2019年5月27日(月)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

9:30 ~ 10:30 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:田近 英一、春山 成子

9:45 ~ 10:08

[U05-01] 国際アストロ・バイオサイエンス研究センター

★招待講演

*磯崎 行雄[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻広域システム科学系)

10:08 ~ 10:30

[U05-02] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

★招待講演

*山本 衛[1]、橋口 浩之[1]、横山 竜宏[1]、宮岡 宏[2]、小川 泰信[2]、塩川 和夫[3]、野澤 悟徳[3]、吉川 顕正[4]、津田 敏隆[5,1] (1.京都大学生存圏研究所、2.国立極地研究所、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.九州大学国際宇宙天気科学・教育センター、5.情報・システム研究機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

10:45 ~ 12:15 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:春山 成子、川幡 穂高

10:45 ~ 11:08

[U05-03] Development of the global earth observation system using satellites

★Invited Papers

*Shinichi Sobue[1]、Yoshiaki HONDA[3]、Shuichi Rokugawa[2]、Akira Iwasaki[2]、Nobuhiro Takahashi[4]、Yukari Takayabu[2]、Riko Oki[1]、Toshiyoshi Kimura[1]、Teruyuki Nakajima[1]、Takeo Tadono[1]、Kosuke Yamamoto[1] (1.Japan Aerospace Exploration Agency、2.University of Tokyo、3.Chiba University、4.Nagoya University)

11:08 ~ 11:31

[U05-04] 航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進

★招待講演

*小池 真[1,2] (1.東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.公益社団法人日本気象学会)

11:31 ~ 11:54

[U05-05] 深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化

★招待講演

*日比谷 紀之[1] (1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)

11:54 ~ 12:15

[U05-06] 極域科学の新展開：氷床変動に起因する海水準上昇予測のための拠点観測

★招待講演

*中村 卓司[1]、杉山 慎[2]、阿部 彩子[3]、青木 輝夫[4]、野木 義史[1]、田村 岳史[1] (1.国立極地研究所、2.北海道大学低温科学研究所、3.東京大学大気海洋研究所、4.岡山大学大学院自然科学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

13:45 ~ 15:15 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:川幡 穂高、田近 英一

13:45 ~ 14:08

[U05-07] 革新的”質量分析技術”開発で拓く宇宙・地球・生命科学

★招待講演

*寺田 健太郎[1] (1.大阪大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

14:08 ~ 14:31

[U05-08] 宇宙・地球研究資料のアーカイブ化とキュレーションシステムの構築

★招待講演

*小宮 剛[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

14:31 ~ 14:54

[U05-09] リアルタイム観測・大深度掘削・高圧実験の統合による沈み込み帯4D描像

★招待講演

*木下 正高[1]、平田 直[1]、篠原 雅尚[1]、入舩 徹男[2]、鍵 裕之[7]、加藤 照之[3]、小野 重明[4]、道林 克禎[6]、阿部 なつ江[4]、稲垣 史生[4]、小村 健太朗[5]、小原 一成[1] (1.東京大学地震研究所、2.愛媛大学、3.温泉地学研究所、4.海洋研究開発機構、5.防災科学技術研究所、6.名古屋大学、7.東京大学地殻化学実験施設)

14:54 ~ 15:15

[U05-10] 地球惑星科学・諸科学・社会とのインテリジェントミュオグラフィ連携研究基盤構築

★招待講演

*田中 宏幸[1] (1.東京大学地震研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

15:30 ~ 17:00 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:田近 英一、春山 成子

15:30 ~ 15:53

[U05-11] 惑星探査コンソーシアム

★招待講演

*林 祥介[1]、渡部 重十[2,5]、中本 泰史[3,4] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）、2.地球電磁気・地球惑星圏学会、3.日本惑星科学会、4.東京工業大学 理学院 地球惑星科学系、5.北海道情報大学)

15:53 ~ 16:16

[U05-12] 彗星アストロバイオロジー探査サンプルリターン（CAESAR）における日本からの貢献

★招待講演

*中村 智樹[1]、山田 和彦[2]、古川 善博[1]、木村 勇気[3]、瀧川 晶[4]、臼井 寛裕[2]、國中 均[2]、 CAESAR SRC Team (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.宇宙科学研究所、3.北海道大学、4.京都大学)

16:16 ~ 16:38

[U05-13] 戦略的火星探査：周回・探査技術実証機による火星宇宙天気・気候・水環境探査計画

★招待講演

*関 華奈子[1]、渡部 重十[2]、中本 泰史[3]、寺田 直樹[4]、山崎 敦[5]、松岡 彩子[5]、臼井 寛裕[5]、関根 康人[3]、藤田 和央[5]、横田 勝一郎[6]、笠原 慧[1]、斎藤 義文[5]、中川 広務[4]、熊本 篤志[4]、前澤 裕之[7]、火星宇宙天気・気候・水環境探査計画 検討チーム (1.東京大学大学院理学系研究科、2.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻、3.東京工業大学、4.東北大学大学院理学研究科、5.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、6.大阪大学大学院理学研究科、7.大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学科)

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

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

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)

[U05-P01] 日本惑星科学会による，惑星探査ロードマップ

倉本 圭[1]、玄田 英典[2]、*寺田 直樹[3]、千秋 博紀[4]、中本 泰史[5]、日本惑星科学会 惑星探査専門委員会、日本惑星科学会 RFI回答文書改訂作業部会 (1.北海道大学大学院理学院、2.東京工業大学 地球生命研究所、3.東北大学大学院理学研究科、4.千葉工業大学惑星探査研究センター、5.東京工業大学)

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

15:30 ~ 17:00 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS01] Outer Solar System Exploration Today, and Tomorrow

コンビーナ:木村 淳(大阪大学)、笠羽 康正(東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター)、Kunio M. Sayanagi(Hampton University)、座長:笠羽 康正、吉岡 和夫(東京大学)

15:30 ~ 15:45

[PPS01-01] Circulation of plasma in the Jupiter's inner magnetosphere revealed from time variation in radial profile of plasma temperature and density obtained by Hisaki/EXCEED observation

*疋田 伶奈[1]、吉岡 和夫[2]、土屋 史紀[3]、鍵谷 将人[3]、村上 豪[4]、木村 智樹[5]、山崎 敦[4]、吉川 一朗[2] (1.東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.東京大学大学院　新領域創成科学研究科　複雑理工学専攻、3.東北大学大学院　理学研究科　惑星プラズマ・大気研究センター、4.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、5.東北大学　学際科学フロンティア研究所)

15:45 ~ 16:00

[PPS01-02] Volcanic change of the distribution of Io’s neutral oxygen cloud observed by Hisaki

*古賀 亮一[1]、土屋 史紀[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]、木村 智樹[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、村上 豪[3]、山崎 敦[3]、Howard Smith[4]、Fran Bagenal[5] (1.東北大学、2.東京大学、3.宇宙科学研究所、4.Johns Hopkins University、5.University of Colorado)

16:00 ~ 16:18

[PPS01-03] New pictures of Jovian magnetosphere obtained from the Hisaki satellite observation

★Invited Papers

*土屋 史紀[1]、吉岡 和夫[2]、木村 智樹[1]、垰 千尋[3]、吉川 一朗[2]、村上 豪[4]、北 元[4]、古賀 亮一[1]、疋田 伶奈[2]、鈴木 文晴[2]、韓 秀萬[2]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]、三澤 浩昭[1]、笠羽 康正[1]、山崎 敦[4] (1.東北大学、2.東京大学、3.情報通信研究機構、4.JAXA宇宙科学研究所)

16:18 ~ 16:33

[PPS01-04] Axisymmetric conductivities of Jupiter's middle- and low-latitude ionosphere

*中村 勇貴[1]、寺田 綱一郎、垰 千尋[2]、寺田 直樹[1]、笠羽 康正[3]、北 元[4]、中溝 葵[2]、吉川 顕正[5]、大谷 晋一[6]、土屋 史紀[3]、鍵谷 将人[3]、坂野井 健[3]、村上 豪[4]、吉岡 和夫[7]、木村 智樹[1]、山崎 敦[4]、吉川 一朗[8] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、2.情報通信研究機構、3.東北大学惑星プラズマ・大気研究センター、4.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、5.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、6.ジョンズホプキンス大学応用物理研究所、7.東京大学大学院新領域創成科学研究科、8.東京大学)

16:33 ~ 16:51

[PPS01-05] The magnetospheres of Saturn and Jupiter as viewed by Cassini and Juno

★Invited Papers

*G Provan[1]、Stanley W. H. Cowley[1]、Emma Jane Bunce[1] (1.University of Leicester)

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

9:00 ~ 10:30 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)、座長:Takeshi Horinouchi

9:00 ~ 9:15

[PPS05-01] **Super-rotation of Venusian atmosphere in the equatorial region may be caused by the density driven separation**

*Adhithiyan Neduncheran[1]、Ugur Guven[1,2]、Ananyo Bhattacharya[3] (1.University of Petroleum and Energy Studies, India、2.United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific、3.Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India)

9:15 ~ 9:30

[PPS05-02] Comparison of horizontal distributions of temperature and UV absorbers at the Venus cloud-tops

*河瀬 慎一郎[1]、田口 真[1]、福原 哲哉[1]、Yeon Joo Lee[2]、山崎 敦[3,4] (1.立教大学、2.マックスプランク太陽系研究所、3.宇宙科学研究所、4.宇宙航空研究開発機構)

9:30 ~ 9:45

[PPS05-03] Orographic Gravity Waves in the Venus Atmospheric

*鈴木 杏那[1]、高木 征弘[1]、前島 康光[2]、安藤 紘基[1]、杉本 憲彦[3]、松田 佳久[4] (1.京都産業大学、2.理化学研究所 計算科学研究機構、3.慶應大学、4.東京学芸大学)

9:45 ~ 10:00

[PPS05-04] Atmospheric structures simulated by T21 and T63 Venus GCMs with radiative transfer

*山本 勝[1]、池田 恒平[2]、高橋 正明[2] (1.九州大学応用力学研究所、2.国立環境研究所)

10:00 ~ 10:15

[PPS05-05] あかつき/LIR観測により同定された金星雲層高度における熱潮汐波が作る温度擾乱構造

★招待講演

*神山 徹[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、今村 剛[3]、二口 将彦[4]、山田 武尊[2]、秋場 聖浩[2]、Yeon Joo Lee、佐藤 隆雄[7]、村上 真也[5]、はしもと じょーじ[6]、佐藤 毅彦[5]、中村 正人[5] (1.産業技術総合研究所、2.立教大学、3.東京大学、4.東邦大学、5.宇宙航空研究開発機構、6.岡山大学、7.北海道情報大学)

10:15 ~ 10:30

[PPS05-06] From Venus to Mars: viewpoint of comparative meteorology

★Invited Papers

*今村 剛[1]、小郷原 一智[2]、中川 広務[3]、青木 翔平[3] (1.東京大学大学院　新領域創成科学研究科、2.滋賀県立大学　工学部、3.東北大学大学院　理学研究科)

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

10:45 ~ 12:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)、座長:Takehiko Satoh

10:45 ~ 11:05

[PPS05-07] 金星マントルの二段階進化モデルと地球への応用

★招待講演

*小河 正基[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

11:05 ~ 11:20

[PPS05-08] Interaction between the thermosphere and the cloud-level atmosphere of Venus studied with simultaneous observations by Hisaki and Akatsuki

*奈良 佑亮[1]、今村 剛[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、益永 圭[2]、山崎 敦[3]、渡部 重十[4]、山田 学[5]、Lee Yoen Joo[1]、寺田 直樹[6]、関 華奈子[1] (1.東京大学大学院、2.Swedish Institute of Space Physics、3.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、4.北海道情報大学、5.千葉工業大学、6.東北大学)

11:20 ~ 11:35

[PPS05-09] Mesoscale Dyanmics in the Venus Atmosphere

*Kevin McGouldrick[1]、Javier Peralta[2]、Takehiko Satoh[2] (1.University of Colorado Boulder、2.Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency)

11:35 ~ 11:50

[PPS05-10] Periodicity analysis of Venus' cloud-top temperature measured by Akatsuki LIR

梶原 直也[1]、*今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3] (1.東京大学大学院　新領域創成科学研究科、2.立教大学　理学部、3.産業技術総合研究所)

11:50 ~ 12:10

[PPS05-11] Modeling Venus-like Worlds Through Time: The habitable zone, and the evolution of Venus' atmosphere.

★Invited Papers

*Michael Way[1,2,3]、Anthony Del Genio[1] (1.NASA Goddard Institute for Space Studies、2.GSFC Sellers Exoplanet Environments Collaboration、3.Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Sweden)

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

13:45 ~ 15:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)、座長:Kevin McGouldrick

13:45 ~ 14:00

[PPS05-12] 金星探査機「あかつき」IR2の昼面観測から明らかとなった金星雲頂構造

★招待講演

*佐藤 隆雄[1]、佐藤 毅彦[2]、佐川 英夫[3]、眞子 直弘[2]、Lee Yeon Joo、村上 真也[2]、小郷原 一智[4]、はしもと じょーじ[5]、笠羽 康正[6]、山崎 敦[2]、山田 学[7]、渡部 重十[1]、今村 剛[8]、中村 正人[2] (1.北海道情報大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.京都産業大学、4.滋賀県立大学、5.岡山大学、6.東北大学、7.千葉工業大学、8.東京大学)

14:00 ~ 14:15

[PPS05-13] Formation of superrotation studied by a TEM model

*堀之内 武[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

14:15 ~ 14:30

[PPS05-14] Morphological Feature Extraction from Venus' Cloud Images Using Principal Component Analysis

*成田 穂[1]、今村 剛[1]、奈良 佑亮[1]、Yeon Joo Lee、渡部 重十[2]、山崎 敦[3]、佐藤 毅彦[3]、田口 真[4]、福原 哲哉[4]、山田 学[5] (1.東京大学、2.北海道情報大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.立教大学、5.千葉工業大学惑星探査研究センター)

14:30 ~ 14:45

[PPS05-15] **Principal Components of UV Albedo Variability in Venus' Atmosphere as seen at 283 nm**

*Pushkar Kopparla[1]、Yeon Joo Lee[1]、Takeshi Imamura[1]、Atsushi Yamazaki[2] (1.GSFS, University of Tokyo、2.ISAS, JAXA)

14:45 ~ 15:00

[PPS05-16] Active and inactive behaviors of the planetary-scale waves on Venus cloud top

★Invited Papers

*今井 正尭[1]、神山 徹[1]、高橋 幸弘[2]、堀之内 武[3]、今村 剛[4]、山崎 敦[5]、渡部 重十[6]、山田 学[7]、中村 正人[5]、佐藤 毅彦[5] (1.国立研究開発法人 産業技術総合研究所、2.北海道大学 大学院理学院 宇宙理学専攻、3.北海道大学 地球緩急化学研究所、4.東京大学大学院 新領域創成科学研究科、5.宇宙科学研究所、6.北海道情報大学 宇宙情報センター、7.千葉工業大学 惑星探査研究センター)

15:00 ~ 15:15

[PPS05-17] **Long-term behaviour of the morphology and dynamics of Venus's middle clouds with Akatsuki/IR1.**

★Invited Papers

*Javier Peralta[1]、Naomoto Iwagami[2]、Sánchez-Lavega Agustín[3]、Yeon Joo Lee[4]、Ricardo Hueso[3]、Minori Narita[4]、Takeshi Imamura[4]、Phil Miles[5]、Anthony Wesley[6]、Emmanuel Kardasis[7]、Seiko Takagi[8] (1.Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Sagamihara, Japan、2.Tokyo 156-0044, Japan、3.Escuela de Ingeniería de Bilbao, University of the Basque Country (UPV/EHU), Bilbao, Spain、4.Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, Japan、5.Rubyvale QLD, Australia、6.Astronomical Society of Australia, Australia、7.Hellenic Amateur Astronomy Association, Greece、8.Research and Information Center, Tokai University, Japan)

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

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

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)

[PPS05-P01] New thermal infrared camera for fine horizontal brightness temperature structures at the cloud-top level of Venus

*Tetsuya Fukuhara[1]、Makoto Taguchi[1]、Takeshi Imamura[2]、Sanjay S Limaye[3] (1.Rikkyo University、2.The University of Tokyo、3.University of Wisconsin)

[PPS05-P02] Temperature and wind variations in Venusian mesosphere and lower thermosphere by mid-infrared heterodyne spectrometer in 2018

*高見 康介[1]、中川 広務[1]、佐川 英夫[2]、村田 功[1]、笠羽 康正[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻惑星大気物理学分野、2.京都産業大学大学院理学研究科物理学専攻)

[PPS05-P03] Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

*秋場 聖浩[1] (1.立教大学院理学研究所物理学専攻)

[PPS05-P04] あかつき中間赤外画像の積算による金星雲頂の定在構造と帯状構造の抽出

*福谷 貴一[1]、今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3] (1.東京大学、2.立教大学、3.産総研)

[PPS05-P05] Akatsuki's IR2 Nightside Photometry Restoration by Deconvolution

*Choon Wei Vun[1]、Takehiko Satoh[2,1]、Kevin McGouldrick[3]、Takeshi Horinouchi[4]、Takao M. Sato[5] (1.SOKENDAI、2.ISAS/JAXA、3.University of Colorado Boulder、4.Hokkaido University、5.Hokkaido Information University)

[PPS05-P06] Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

*佐藤 毅彦[1,2]、Vun Choon Wei[2]、佐藤 隆雄[3]、堀之内 武[4]、はしもと じょーじ[5]、McGouldrick Kevin[6] (1.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、2.総合研究大学院大学・宇宙科学専攻、3.北海道情報大学・経営情報学部、4.北海道大学・地球環境科学研究院 、5.岡山大学・理学部地球科学科、6.LASP, University of Colorado Boulder)

[PPS05-P07] あかつき搭載IR1から明らかにする金星雲の全球変動

*高木 聖子[1]、岩上 直幹、高橋 幸弘[1]、佐藤 光輝[1] (1.北海道大学大学院理学研究院)

[PPS05-P08] 対流モデルに向けた金星雲計算スキームの開発

*杉山 耕一朗[1]、福原 望[1]、小高 正嗣[2]、中島 健介[3]、石渡 正樹[2]、今村 剛[4]、林 祥介[5] (1.松江高専・情報、2.北大・理・宇宙、3.九大・理・地惑、4.東大・新領域創成科学、5.神戸大・理・地惑)

[PPS05-P09] 放射伝達を陽に考慮した金星大気大循環モデルで見られる東西平均構造

★招待講演

*林 祥介[1]、塩尻 千里[1]、樫村 博基[1]、高橋 芳幸[1] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）)

[PPS05-P10] 電波掩蔽による金星大気温度データからの重力波の波束の抽出

*森 亮太[1]、今村 剛[1]、Javier Peralta[2] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PPS05-P11] **Status of lightning hunt in Venus with Akatsuki/LAC and Pirka telescope**

*高橋 幸弘[1,2]、佐藤 光輝[1,2]、今井 正尭[3]、Lorenz Ralph[4]、高木 聖子[1,2]、大野 辰遼[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻、2.北海道大学・大学院理学研究院、3.産業技術総合研究所、4.ジョンズホプキンズ大学応用物理研究所)

[PPS05-P12] **Possibility of electric discharge in the Venusian atmosphere due to the super-rotation of clouds**

*Adhithiyan Neduncheran[1]、Ugur Guven[1,2]、Ananyo Bhattacharya[3] (1.University of Petroleum and Energy Studies, India、2.United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific、3.Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India)

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

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

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)

[PPS05-P01] New thermal infrared camera for fine horizontal brightness temperature structures at the cloud-top level of Venus

*Tetsuya Fukuhara[1]、Makoto Taguchi[1]、Takeshi Imamura[2]、Sanjay S Limaye[3] (1.Rikkyo University、2.The University of Tokyo、3.University of Wisconsin)

[PPS05-P02] Temperature and wind variations in Venusian mesosphere and lower thermosphere by mid-infrared heterodyne spectrometer in 2018

*高見 康介[1]、中川 広務[1]、佐川 英夫[2]、村田 功[1]、笠羽 康正[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻惑星大気物理学分野、2.京都産業大学大学院理学研究科物理学専攻)

[PPS05-P03] Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

*秋場 聖浩[1] (1.立教大学院理学研究所物理学専攻)

[PPS05-P04] あかつき中間赤外画像の積算による金星雲頂の定在構造と帯状構造の抽出

*福谷 貴一[1]、今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3] (1.東京大学、2.立教大学、3.産総研)

[PPS05-P05] Akatsuki's IR2 Nightside Photometry Restoration by Deconvolution

*Choon Wei Vun[1]、Takehiko Satoh[2,1]、Kevin McGouldrick[3]、Takeshi Horinouchi[4]、Takao M. Sato[5] (1.SOKENDAI、2.ISAS/JAXA、3.University of Colorado Boulder、4.Hokkaido University、5.Hokkaido Information University)

[PPS05-P06] Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

*佐藤 毅彦[1,2]、Vun Choon Wei[2]、佐藤 隆雄[3]、堀之内 武[4]、はしもと じょーじ[5]、McGouldrick Kevin[6] (1.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、2.総合研究大学院大学・宇宙科学専攻、3.北海道情報大学・経営情報学部、4.北海道大学・地球環境科学研究院 、5.岡山大学・理学部地球科学科、6.LASP, University of Colorado Boulder)

[PPS05-P07] あかつき搭載IR1から明らかにする金星雲の全球変動

*高木 聖子[1]、岩上 直幹、高橋 幸弘[1]、佐藤 光輝[1] (1.北海道大学大学院理学研究院)

[PPS05-P08] 対流モデルに向けた金星雲計算スキームの開発

*杉山 耕一朗[1]、福原 望[1]、小高 正嗣[2]、中島 健介[3]、石渡 正樹[2]、今村 剛[4]、林 祥介[5] (1.松江高専・情報、2.北大・理・宇宙、3.九大・理・地惑、4.東大・新領域創成科学、5.神戸大・理・地惑)

[PPS05-P09] 放射伝達を陽に考慮した金星大気大循環モデルで見られる東西平均構造

★招待講演

*林 祥介[1]、塩尻 千里[1]、樫村 博基[1]、高橋 芳幸[1] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）)

[PPS05-P10] 電波掩蔽による金星大気温度データからの重力波の波束の抽出

*森 亮太[1]、今村 剛[1]、Javier Peralta[2] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PPS05-P11] **Status of lightning hunt in Venus with Akatsuki/LAC and Pirka telescope**

*高橋 幸弘[1,2]、佐藤 光輝[1,2]、今井 正尭[3]、Lorenz Ralph[4]、高木 聖子[1,2]、大野 辰遼[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻、2.北海道大学・大学院理学研究院、3.産業技術総合研究所、4.ジョンズホプキンズ大学応用物理研究所)

[PPS05-P12] **Possibility of electric discharge in the Venusian atmosphere due to the super-rotation of clouds**

*Adhithiyan Neduncheran[1]、Ugur Guven[1,2]、Ananyo Bhattacharya[3] (1.University of Petroleum and Energy Studies, India、2.United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific、3.Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India)

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

9:00 ~ 10:30 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:倉本 圭(北海道大学)、佐々木 貴教(京都大学大学院理学研究科宇宙物理学教室)

9:00 ~ 9:15

[PPS06-01] 惑星大気ならびに系外惑星連続モニタリングのためのPLANETS望遠鏡の開発現況

*坂野井 健[1]、鍵谷 将人[1]、平原 靖大[2]、Kuhn Jeffery[3]、Berdyugina Svetalana[4]、Emilio Marcelo[5]、中川 広務[6]、栗田 光樹夫[7]、笠羽 康正[1]、小原 隆博[1]、岡野 章一[1] (1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.名古屋大学環境学研究科、3.米国ハワイ大学天文学研究施設、4.ドイツケーペンハウワー研究所、5.ブラジルポンタグロッサ州立大学　、6.東北大学大学院理学研究科、7.京都大学大学院理学研究科)

9:15 ~ 9:30

[PPS06-02] 火星衛星探査計画MMX：目指す科学とその推進

*倉本 圭[1,2]、川勝 康弘[2]、藤本 正樹[2]、Jean Pierre Bibring[3]、David Lawrence[4]、玄田 英典[5]、平田 成[6]、今村 剛[7]、亀田 真吾[8]、松本 晃治[9]、宮本 英昭[7]、諸田 智克[10]、長岡 央[2]、中川 広務[11]、中村 智樹[11]、小川 和律[12]、大嶽 久志[2]、尾崎 正伸[2]、佐々木 晶[13]、千秋 博紀[14]、橘 省吾[7,2]、寺田 直樹[11]、臼井 寛裕[2]、和田 浩二[14]、渡邊 誠一郎[10]、MMX study team (1.北海道大学、2.JAXA、3.IAS、4.APL、5.ELSI、6.会津大学、7.東京大学、8.立教大学、9.国立天文台、10.名古屋大学、11.東北大学、12.神戸大学、13.大阪大学、14.千葉工業大学)

9:30 ~ 9:45

[PPS06-03] Implantation of Martian Materials in the Inner Solar System by a Mega Impact on Mars

*兵頭 龍樹[1]、玄田 英典[1] (1.東京工業大学・地球生命研究所)

9:45 ~ 10:00

[PPS06-04] 還元型原始火星大気の流体力学的散逸

*吉田 辰哉[1]、倉本 圭[1] (1.北海道大学)

10:00 ~ 10:15

[PPS06-05] 低角運動量の回転原始火星大気による衛星軌道進化

*松岡 亮[1]、倉本 圭[1] (1.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻)

10:15 ~ 10:30

[PPS06-06] 原始月円盤の冷却進化過程を考慮した月形成 N 体計算

*佐々木 貴教[1]、細野 七月[2] (1.京都大学 大学院理学研究科 宇宙物理学教室、2.海洋研究開発機構)

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

10:45 ~ 12:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:黒川 宏之(東京工業大学 地球生命研究所)、田中 佑希(東京工業大学)

10:45 ~ 11:00

[PPS06-07] Class 0/I 段階でのペブル集積による巨大惑星の形成可能性について

*田中 佑希[1]、塚本 裕介[2] (1.東京工業大学、2.鹿児島大学)

11:00 ~ 11:15

[PPS06-08] The effect of the three-dimensional gas flow around an embedded planet on pebble accretion

*桑原 歩[1]、黒川 宏之[2] (1.東京工業大学、2.地球生命研究所)

11:15 ~ 11:30

[PPS06-09] Icy pebble accretion onto terrestrial planets: the effect of gas flow

*黒川 宏之[1]、桑原 歩[2]、奥住 聡[2] (1.東京工業大学 地球生命研究所、2.東京工業大学)

11:30 ~ 11:45

[PPS06-10] ペブル集積による小惑星セレスへのアンモニア氷の供給

*奈良 悠冬[1]、奥住 聡[1]、黒川 宏之[2] (1.東京工業大学、2.東京工業大学　地球生命研究所)

11:45 ~ 12:00

[PPS06-11] Volatile-driven cryovolcanic eruption on asteroid Ceres as a probe to its interior

*湯本 航生[1]、長 勇一郎[1]、杉田 精司[1] (1.東京大学理学部地球惑星科学専攻)

12:00 ~ 12:15

[PPS06-12] M型星ハビタブルゾーン内の同期回転地球類似惑星における氷床形成

新井 総馬[1]、倉本 圭[1]、*石渡 正樹[1]、鎌田 俊一[1] (1.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻)

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

13:45 ~ 15:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:荻原 正博(国立天文台)、藤井 悠里(名古屋大学)

13:45 ~ 14:00

[PPS06-13] 非等温円盤におけるType1惑星移動の三次元線形解析

*岡田 航平[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学理学研究科)

14:00 ~ 14:15

[PPS06-14] 中心星質量による原始惑星系円盤進化の変化

*中野 龍之介[1]、鈴木 建[1]、荻原 正博[2]、小久保 英一郎[2] (1.東京大学、2.国立天文台)

14:15 ~ 14:30

[PPS06-15] 周惑星円盤の形成に関する輻射流体力学シミュレーション

*藤井 悠里[1]、Gressel Oliver[2]、富田 賢吾[3]、Zieglar Udo[2] (1.名古屋大学高等研究院 (理学研究科)、2.Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam、3.大阪大学)

14:30 ~ 14:45

[PPS06-16] 原始惑星系円盤の非効率な磁気降着加熱：スノーラインの進化への影響

*森 昇志[1]、Xuening Bai[2]、奥住 聡[3] (1.東京大学大学院理学系研究科天文学専攻天文学教室、2.清華大学天体物理学センター、3.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

14:45 ~ 15:00

[PPS06-17] 大気降着を考慮したN体計算によるスーパーアースの形成

*荻原 正博[1]、堀 安範[2,1] (1.国立天文台、2.アストロバイオロジーセンター)

15:00 ~ 15:15

[PPS06-18] 平均運動共鳴軌道における惑星系の軌道安定時間に対する惑星中心星質量比の変化の影響

*松本 侑士[1]、荻原 正博[2] (1.中央研究院天文及天文物理研究所、2.国立天文台)

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

15:30 ~ 17:00 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科)、仲内 悠祐(JAXA/ISAS)

15:30 ~ 15:45

[PPS06-19] Experimental study on the structure of shock remnant magnetization

*加藤 翔太[1]、佐藤 雅彦[1]、黒澤 耕介[2]、潮田 雅司[3]、長谷川 直[4] (1.東京大学地球惑星科学専攻、2.千葉工業大学　惑星探査研究センター、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、4.宇宙航空研究開発機構)

15:45 ~ 16:00

[PPS06-20] 2018年ふたご座流星群に伴う月面衝突閃光の低分散スペクトル

*柳澤 正久[1]、内田 有紀[1]、栗原 誠弥[1]、阿部 新助[2]、布施 綾太[2]、小野寺 圭祐[3,4]、山田 竜平[5] (1.電気通信大学情報理工学研究科、2.日本大学理工学部、3.総合研究大学院大学、4.宇宙科学研究所/宇宙航空研究開発機構、5.会津大学コンピュータ理工学部)

16:00 ~ 16:15

[PPS06-21] 小惑星表面を模擬した砂・石膏標的を用いた高速度クレーター形成実験

*杉村 瞭[1]、荒川 政彦[1]、保井 みなみ[1]、石黒 琢也[1] (1.神戸大学)

16:15 ~ 16:30

[PPS06-22] 土星リング粒子を模擬した多孔質氷球の衝突過程に関する実験的研究

*豊田 優佳里[1]、保井 みなみ[1]、荒川 政彦[1] (1. 神戸大学大学院理学研究科)

16:30 ~ 16:45

[PPS06-23] IN-SITU FORMATION OF THE URANIAN SATELLITES FROM WIDE DEBRIS DISK FORMED BY GIANT IMPACT

*石澤 祐弥[1]、佐々木 貴教[1]、細野 七月[2] (1.京都大学 大学院理学研究科 宇宙物理学教室、2.海洋研究開発機構)

16:45 ~ 17:00

[PPS06-24] 巨大衝突現象が及ぼす巨大氷惑星の自転軸変動への影響

*黒崎 健二[1]、犬塚 修一郎[1] (1.名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)

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

9:00 ~ 10:30 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)、座長:藤谷 渉、小澤 信

9:00 ~ 9:15

[PPS07-07] **Evaluation of shock metamorphism of eucrites by X-ray diffraction analysis**

*金丸 礼[1]、今栄 直也[2,1]、山口 亮[2,1]、西戸 裕嗣[3] (1.総合研究大学院大学、2.国立極地研究所、3.岡山理科大学)

9:15 ~ 9:30

[PPS07-08] Hf-W dating of main-group pallasites

*本馬 佳賢[1]、飯塚 毅[1]、石川 晃[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

9:30 ~ 9:45

[PPS07-09] 水質変質程度の異なるCMコンドライト中TCIの鉱物学的研究

*家本 あかね[1]、瀬戸 雄介[1]、三宅 亮[2] (1.神戸大学大学院理学研究科、2.京都大学大学院理学研究科)

9:45 ~ 10:00

[PPS07-10] 初期太陽系における（太陽）宇宙線照射の重要な指標としてのベリリウム１０の重要性

*比屋根 肇[1]、谷村 佑貴[1]、中村 友哉[1]、福田 航平[3]、藤谷 渉[4]、杉浦 直治[1]、鹿児島 渉悟[2]、高畑 直人[2]、佐野 有司[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.ウィスコンシン大学マディソン校、4.茨城大学理学部)

10:00 ~ 10:15

[PPS07-11] **Acfer 094隕石中の宇宙シンプレクタイトの3次元微細組織観察**

*松本 恵[1,2]、土`山 明[1]、松野 淳也[1]、中藤 亜衣子[1,3]、三宅 亮[1]、伊藤 元雄[4]、富岡 尚敬[4]、兒玉 優[5]、上杉 健太郎[6]、竹内 晃久[6]、中野 司[7]、バッカロ エピファニオ[8] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.東北大学大学院 理学研究科、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、5.株式会社 マリン・ワーク・ジャパン、6.公益財団法人 高輝度光科学研究センター、7.産業技術総合研究所 地質情報研究部門、8.ロンドン自然史博物館)

10:15 ~ 10:30

[PPS07-12] GEMSを産する微隕石と惑星間塵に含まれるコンドルールと難揮発性包有物について

*野口 高明[1]、大橋 憲昭[2]、ブラッドレー ジョン[3]、中島 大輔[4]、中村 智樹[4]、木村 眞[5]、牛久保 孝行[6]、木多 紀子[7]、今栄 直也[5] (1.九州大学基幹教育院、2.NECネッツエスアイ、3.ハワイ大学、4.東北大学、5.極地研、6.高知コア研、7.ウィスコンシン大学)

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

10:45 ~ 12:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)、座長:癸生川 陽子、小澤 信

10:45 ~ 11:00

[PPS07-13] Spectral and mineralogical properties of naturally-heated carbonaceous chondrites; implication to heating processes on the surface of hydrous asteroids

★Invited Papers

*松岡 萌[1]、中村 智樹[2]、廣井 孝弘[3]、宮島 延吉[4]、今栄 直也[5,6]、山口 亮[5]、小島 秀康[5,6] (1.宇宙航空研究開発機構、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.ブラウン大学、4.バイロイト大学、5.国立極地研究所、6.総合研究大学院大学複合科学研究科極域科学専攻)

11:00 ~ 11:15

[PPS07-14] Yamato 791198 CMコンドライト中の炭酸塩鉱物粒子内における酸素・炭素同位体比の不均一性と水質変成過程での同位体比の変化

*藤谷 渉[1]、青木 佑斗[1]、牛久保 孝行[2]、橋爪 光[1] (1.茨城大学 理学部、2.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

11:15 ~ 11:30

[PPS07-15] タギッシュレイク隕石のコンドルールとアイソレートオリビン粒子の酸素同位体比分布

*牛久保 孝行[1]、木村 眞[2] (1.海洋研究開発機構　高知コア研究所、2.国立極地研究所)

11:30 ~ 11:45

[PPS07-16] Isheyevo隕石中の非常に^{16}Oに富むCAI

*坂本 直哉[1]、川崎 教行[2] (1.北海道大学創成研究機構、2.北海道大学自然史科学専攻)

11:45 ~ 12:00

[PPS07-17] Reduced CVコンドライトに含まれる細粒CAIの初生^{26}Al/^{27}Al比の分布

*川崎 教行[1]、パク チャンクン[2]、坂本 直哉[1]、圦本 尚義[1,3] (1.北海道大学、2.韓国極地研究所、3.宇宙科学研究所)

12:00 ~ 12:15

[PPS07-18] 部分溶融プロセスを示すcompact type A CAIsの岩石組織学的研究

*鈴村 明政[1]、瀬戸 雄介[2]、伊藤 正一[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.神戸大学理学研究科)

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

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

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)

[PPS07-P01] 種々の模擬宇宙環境におけるアミノ酸前駆体の安定性評価

*佐藤 智仁[1]、倉本 想士[1]、横尾 卓哉[1]、吉田 聡[2]、依田 功[3]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、三田 肇[4]、神田 一浩[5]、柴田 裕実[6]、高橋 淳一[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.量子科学技術研究開発機構、3.東京工業大学、4.福岡工業大学、5.兵庫県立大学、6.大阪大学)

[PPS07-P02] 隕石母天体中の水質変成過程におけるガンマ線によるアミノ酸の生成

*浅野 伸哉[1]、依田 功[2]、村松 康司[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.兵庫県立大学)

[PPS07-P03] **ラマンスペクトルを基にした反応速度論から探る隕石有機物の熱履歴**

*桐生 健斗[1]、癸生川 陽子[1]、伊規須 素子[2]、渋谷 岳造[2]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PPS07-P04] Relationship between spatial distribution of organic compounds and minerals in the Murchison meteorite

*仙石 大洋[1]、橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[1] (1.九州大学)

[PPS07-P05] NWA8613隕石中のヒボナイトとメリライトに富む細粒難揮発性包有物の酸素同位体分布とAl-Mg年代

*和田 壮平[1]、川崎 教行[1]、圦本 尚義[1,2] (1.北海道大学、2.宇宙科学研究所)

[PPS07-P06] 炭素質コンドライトALH A77307におけるコンドリュールリム中のエンスタタイトウィスカーの観察

*代田 泰久[1]、安武 正展[1]、延寿 里美[1]、土山 明[1] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻)

[PPS07-P07] 3D observation of whisker-like material in the porous matrix of the Paris CM chondrite by SR-XCT

*安武 正展[1]、Epifanio Vacarro[2]、上杉 健太郎[3]、竹内 晃久[3]、中野 司[4]、土山 明[1] (1.京都大学大学院　理学研究科　地球惑星科学専攻、2.National History Museum, London、3.JASRI/SPring8、4.産総研地質調査センター)

[PPS07-P08] 流体包有物の同位体分析のための凍結SIMS法の開発

*磯野 雄生[1]、坂本 直哉[2]、圦本 尚義[3] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星システム科学講座、2.北海道大学創成研究機構、3.北海道大学理学研究院自然史科学部門)

[PPS07-P09] ガンドルフィ・アタッチメントを用いたX線回折実験：微小地球外物質への適用

*今栄 直也[1,2]、木村 眞[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PPS07-P10] Trace elements analysis and Ar-Ar dating for microgram-scaled extraterrestrial samples

*岡崎 隆司[1]、関本 俊[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.京都大学複合原子力科学研究所)

[PPS07-P11] 小型の永久磁石を用いた低温固体粒子の磁気分離と物質同定

*植田 千秋[1]、山口 若菜[1]、久好 圭治[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻)

[PPS07-P12] The metallographic cooling rate of the Tafassasset primitive achondrite

*杉浦 直治[1]、荒井 朋子、松井 孝典 (1.千葉工業大学)

[PPS07-P13] The systematic investigations of high-pressure minerals in lunar basaltic meteorites

*宮原 正明[1]、高妻 一就[1]、大谷 栄治[2]、山口 亮[3]、境 毅[4]、大藤 弘明[4]、富岡 尚敬[5]、兒玉 優[6] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.国立極地研究所、4.愛媛大学地球ダイナミクス研究センター、5.JAMSTEC高知コア研究所、6.マリンワークジャパン)

[PPS07-P14] Bulk chemical analysis of iron meteorites by LA-ICP-MS

*山口 亮[1]、白井 直樹[2]、羽場 麻希子[3] (1.国立極地研究所、2.首都大学東京、3.東京工業大学)

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

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

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)

[PPS07-P01] 種々の模擬宇宙環境におけるアミノ酸前駆体の安定性評価

*佐藤 智仁[1]、倉本 想士[1]、横尾 卓哉[1]、吉田 聡[2]、依田 功[3]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、三田 肇[4]、神田 一浩[5]、柴田 裕実[6]、高橋 淳一[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.量子科学技術研究開発機構、3.東京工業大学、4.福岡工業大学、5.兵庫県立大学、6.大阪大学)

[PPS07-P02] 隕石母天体中の水質変成過程におけるガンマ線によるアミノ酸の生成

*浅野 伸哉[1]、依田 功[2]、村松 康司[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.兵庫県立大学)

[PPS07-P03] **ラマンスペクトルを基にした反応速度論から探る隕石有機物の熱履歴**

*桐生 健斗[1]、癸生川 陽子[1]、伊規須 素子[2]、渋谷 岳造[2]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PPS07-P04] Relationship between spatial distribution of organic compounds and minerals in the Murchison meteorite

*仙石 大洋[1]、橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[1] (1.九州大学)

[PPS07-P05] NWA8613隕石中のヒボナイトとメリライトに富む細粒難揮発性包有物の酸素同位体分布とAl-Mg年代

*和田 壮平[1]、川崎 教行[1]、圦本 尚義[1,2] (1.北海道大学、2.宇宙科学研究所)

[PPS07-P06] 炭素質コンドライトALH A77307におけるコンドリュールリム中のエンスタタイトウィスカーの観察

*代田 泰久[1]、安武 正展[1]、延寿 里美[1]、土山 明[1] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻)

[PPS07-P07] 3D observation of whisker-like material in the porous matrix of the Paris CM chondrite by SR-XCT

*安武 正展[1]、Epifanio Vacarro[2]、上杉 健太郎[3]、竹内 晃久[3]、中野 司[4]、土山 明[1] (1.京都大学大学院　理学研究科　地球惑星科学専攻、2.National History Museum, London、3.JASRI/SPring8、4.産総研地質調査センター)

[PPS07-P08] 流体包有物の同位体分析のための凍結SIMS法の開発

*磯野 雄生[1]、坂本 直哉[2]、圦本 尚義[3] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星システム科学講座、2.北海道大学創成研究機構、3.北海道大学理学研究院自然史科学部門)

[PPS07-P09] ガンドルフィ・アタッチメントを用いたX線回折実験：微小地球外物質への適用

*今栄 直也[1,2]、木村 眞[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PPS07-P10] Trace elements analysis and Ar-Ar dating for microgram-scaled extraterrestrial samples

*岡崎 隆司[1]、関本 俊[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.京都大学複合原子力科学研究所)

[PPS07-P11] 小型の永久磁石を用いた低温固体粒子の磁気分離と物質同定

*植田 千秋[1]、山口 若菜[1]、久好 圭治[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻)

[PPS07-P12] The metallographic cooling rate of the Tafassasset primitive achondrite

*杉浦 直治[1]、荒井 朋子、松井 孝典 (1.千葉工業大学)

[PPS07-P13] The systematic investigations of high-pressure minerals in lunar basaltic meteorites

*宮原 正明[1]、高妻 一就[1]、大谷 栄治[2]、山口 亮[3]、境 毅[4]、大藤 弘明[4]、富岡 尚敬[5]、兒玉 優[6] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.国立極地研究所、4.愛媛大学地球ダイナミクス研究センター、5.JAMSTEC高知コア研究所、6.マリンワークジャパン)

[PPS07-P14] Bulk chemical analysis of iron meteorites by LA-ICP-MS

*山口 亮[1]、白井 直樹[2]、羽場 麻希子[3] (1.国立極地研究所、2.首都大学東京、3.東京工業大学)

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

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

[P-EM10] Multi-scale Coupling in the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere System

コンビーナ:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Toshi Nishimura(Boston University)、Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen)

[PEM10-P01] 相対論的電子降り込みに対する南北両半球大気のレスポンス

*田中 良昌[1,13,14]、西山 尚典[1,14]、門倉 昭[1,13,14]、尾崎 光紀[2]、三好 由純[3]、大山 伸一郎[3,15]、片岡 龍峰[1,14]、堤 雅基[1,14]、西村 耕司[1,13,14]、佐藤 薫[4]、笠原 禎也[2]、熊本 篤志[5]、土屋 史紀[5]、吹澤 瑞貴[5]、疋島 充[6]、松田 昇也[6]、松岡 彩子[6]、篠原 育[6]、能勢 正仁[3]、長妻 努[7]、篠原 学[8]、藤本 晶子[9]、寺本 万里子[3]、野村 麗子[10]、行松 彰[1,14]、細川 敬祐[11]、小路 真史[3]、Ralph Latteck[12] (1.国立極地研究所、2.金沢大学理工研究域、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.東京大学大学院理学系研究科、5.東北大学大学院理学研究科、6.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、7.情報通信研究機構、8.鹿児島工業高等専門学校、9.九州工業大学、10.国立天文台、11.電気通信大学大学院情報理工学研究科、12.Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany、13.情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 極域環境データサイエンスセンター、14.総合研究大学院大学、15.University of Oulu, Finland)

[PEM10-P02] Comparison of precipitating particle energy of proton aurora at geomagnetic conjugate points

*田口 真[1]、西島 樹[1]、門倉 昭[2] (1.立教大学、2.情報・システム研究機構)

[PEM10-P03] A regularized deep convolutional general adversarial network (R-DCGAN) for total electron content map completion

*Mingwu Jin[1]、Zhou Chen[2,3]、Yue Deng[1]、Yang Pan[1]、Jin-Song Wang[2] (1.University of Texas at Arlington、2.Institute of Space Science and Technology, Nanchang University, Nanchang, China、3.Key Laboratory of Space Weather, National Center for Space Weather, China Meteorological Administration, Beijing, China)

[PEM10-P04] A long-lasting auroral bright spot around magnetic north pole: Is it the evidence of stable magnetic reconnection?

*Qing-He Zhang[1]、Guo-Cheng Shen[1]、Yong-Liang Zhang[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Michael Lockwood[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Meteorology, University of Reading, Earley Gate, Post Office Box 243, RG6 6BB, UK.)

[PEM10-P05] Statistical study of the relationship between ion upflow and field-aligned current in the topside ionosphere for both hemispheres during disturbed and quiet times

Shan-Yu Zhou[1]、*Qing-He Zhang[1]、P. T. Jayachandran[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Larry Lyons[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1]、Marc Hairston[5]、Yong Wang[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA、5.William B. Hanson Center for Space Sciences, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas, USA)

[PEM10-P06] SAPS in the 2013 March 17 Storm Event: Initial Results from the Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere Model

*Dong Lin[1,2]、Wenbin Wang[2]、Wayne Scales[1]、Kevin Pham[2]、Jing Liu[2]、Binzheng Zhang[2]、Viacheslav Merkin[3]、Xueling Shi[1] (1.Virginia Tech、2.High Altitude Observatory, NCAR、3.APL, John Hopkins Univ.)

[PEM10-P07] Westward turning motions of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at the equatorward side of the dusk side auroral oval associated with auroral brightening

*Sneha Yadav[1,2]、Kazuo Shiokawa[1]、Shin-ichiro Oyama[1,3,4]、Yuichi Otsuka[1] (1.ISEE, Nagoya University, Nagoya, Japan、2.SPL, VSSC, India、3.Ionosphere Research Unit, University of Oulu, Oulu, Finland、4.NIPR, Tachikawa, Japan)

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

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

[P-EM10] Multi-scale Coupling in the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere System

コンビーナ:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Toshi Nishimura(Boston University)、Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen)

[PEM10-P01] 相対論的電子降り込みに対する南北両半球大気のレスポンス

*田中 良昌[1,13,14]、西山 尚典[1,14]、門倉 昭[1,13,14]、尾崎 光紀[2]、三好 由純[3]、大山 伸一郎[3,15]、片岡 龍峰[1,14]、堤 雅基[1,14]、西村 耕司[1,13,14]、佐藤 薫[4]、笠原 禎也[2]、熊本 篤志[5]、土屋 史紀[5]、吹澤 瑞貴[5]、疋島 充[6]、松田 昇也[6]、松岡 彩子[6]、篠原 育[6]、能勢 正仁[3]、長妻 努[7]、篠原 学[8]、藤本 晶子[9]、寺本 万里子[3]、野村 麗子[10]、行松 彰[1,14]、細川 敬祐[11]、小路 真史[3]、Ralph Latteck[12] (1.国立極地研究所、2.金沢大学理工研究域、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.東京大学大学院理学系研究科、5.東北大学大学院理学研究科、6.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、7.情報通信研究機構、8.鹿児島工業高等専門学校、9.九州工業大学、10.国立天文台、11.電気通信大学大学院情報理工学研究科、12.Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany、13.情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 極域環境データサイエンスセンター、14.総合研究大学院大学、15.University of Oulu, Finland)

[PEM10-P02] Comparison of precipitating particle energy of proton aurora at geomagnetic conjugate points

*田口 真[1]、西島 樹[1]、門倉 昭[2] (1.立教大学、2.情報・システム研究機構)

[PEM10-P03] A regularized deep convolutional general adversarial network (R-DCGAN) for total electron content map completion

*Mingwu Jin[1]、Zhou Chen[2,3]、Yue Deng[1]、Yang Pan[1]、Jin-Song Wang[2] (1.University of Texas at Arlington、2.Institute of Space Science and Technology, Nanchang University, Nanchang, China、3.Key Laboratory of Space Weather, National Center for Space Weather, China Meteorological Administration, Beijing, China)

[PEM10-P04] A long-lasting auroral bright spot around magnetic north pole: Is it the evidence of stable magnetic reconnection?

*Qing-He Zhang[1]、Guo-Cheng Shen[1]、Yong-Liang Zhang[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Michael Lockwood[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Meteorology, University of Reading, Earley Gate, Post Office Box 243, RG6 6BB, UK.)

[PEM10-P05] Statistical study of the relationship between ion upflow and field-aligned current in the topside ionosphere for both hemispheres during disturbed and quiet times

Shan-Yu Zhou[1]、*Qing-He Zhang[1]、P. T. Jayachandran[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Larry Lyons[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1]、Marc Hairston[5]、Yong Wang[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA、5.William B. Hanson Center for Space Sciences, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas, USA)

[PEM10-P06] SAPS in the 2013 March 17 Storm Event: Initial Results from the Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere Model

*Dong Lin[1,2]、Wenbin Wang[2]、Wayne Scales[1]、Kevin Pham[2]、Jing Liu[2]、Binzheng Zhang[2]、Viacheslav Merkin[3]、Xueling Shi[1] (1.Virginia Tech、2.High Altitude Observatory, NCAR、3.APL, John Hopkins Univ.)

[PEM10-P07] Westward turning motions of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at the equatorward side of the dusk side auroral oval associated with auroral brightening

*Sneha Yadav[1,2]、Kazuo Shiokawa[1]、Shin-ichiro Oyama[1,3,4]、Yuichi Otsuka[1] (1.ISEE, Nagoya University, Nagoya, Japan、2.SPL, VSSC, India、3.Ionosphere Research Unit, University of Oulu, Oulu, Finland、4.NIPR, Tachikawa, Japan)

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

15:30 ~ 17:00 | A05 東京ベイ幕張ホール

[P-EM10] Multi-scale Coupling in the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere System

コンビーナ:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Toshi Nishimura(Boston University)、Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宇宙空環境研究センター)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen)、座長:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Huixin Liu(Kyushu University, Japan)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China)、Yukitoshi Nishimura(Boston University)

15:30 ~ 15:45

[PEM10-01] Auroral fragmentation into patches and pressure balance condition in the source magnetosphere

★Invited Papers

*塩川 和夫[1]、西 勝輝[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

15:45 ~ 16:00

[PEM10-02] Formation and Evolution of Polar Cap Ionospheric Patches and Their Associated Upflows and Scintillations: A Review

★Invited Papers

*Qing-He Zhang[1]、Zan-Yang Xing[1]、Yong Wang[1]、Yu-Zhang Ma[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China)

16:00 ~ 16:15

[PEM10-03] Global ionospheric disturbances during the 6-10 September 2017 solar storms

★Invited Papers

*Shunrong Zhang[1] (1.MIT Haystack Observatory)

16:15 ~ 16:30

[PEM10-04] Multiscape Coupling of Sub-auroral Polarization Streams

*西谷 望[1]、堀 智昭[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

16:30 ~ 16:45

[PEM10-05] Scale sizes of mass density enhancements inferred from accelerometer measurements

*Yanshi Huang[1]、Cheryl Huang[2] (1.Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China、2.Space Physics Directoriate, Air Force Research Laboratory, Kirtland AFB, USA)

16:45 ~ 17:00

[PEM10-06] **Meso-scale forcing in the upper atmosphere: sources and impacts**

*Yue Deng[1]、Qingyu Zhu[1]、Cissi Lin[1] (1.University of Texas at Arlington)

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

9:00 ~ 10:30 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:Antti Pulkkinen(NASA/GSFC)

9:00 ~ 9:15

[PEM12-01] NASA Heliophysics Division Space Weather Update

★Invited Papers

*Nicola Justine Fox[1] (1.NASA Headquarters)

9:15 ~ 9:30

[PEM12-02] NOAA's Current and Future Space Weather Architecture

★Invited Papers

*Elsayed R Talaat[1] (1.NOAA National Environmental Satellite, Data, and Information Service)

9:30 ~ 9:45

[PEM12-03] Community Coordinating Modeling Center (CCMC): A hub for collaborative assessment and improvement of space weather capabilities.

★Invited Papers

*Maria M Kuznetsova[1]、M. Leila Mays[1]、Edward J Semones[2]、Peter J Macneice[1]、Lutz Rastaetter[1]、Ja Soon Shim[1]、Yihua Zheng[1]、Katherine Garcia-Sage[1]、Joycelyn Jones[1]、Yaireshka m Collado-Vega[1]、Richard E Mullinix[1]、Chiu Wiegand[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center、2.NASA Johnson Space Center)

9:45 ~ 10:00

[PEM12-04] Different flux evolutions of relativistic electrons of the outer belt associated with high-speed coronal hole streams; Arase and Van Allen Probes observations

*三好 由純[1]、栗田 怜[1]、片岡 龍峰[2]、齊藤 慎司[1]、Jordanova Vania[3]、篠原 育[4]、三谷 烈史[4]、高島 健[4]、東尾 奈々[4]、笠原 慧[5]、横田 勝一郎[6]、堀 智昭[1]、桂華 邦裕[5]、笠原 禎也[7]、松田 昇也[4]、熊本 篤志[8]、土屋 史紀[8]、小路 真史[1]、松岡 彩子[1]、寺本 万里子[1]、Spence Harlan[9]、Reeves Geoff[3]、Baker Daniel[10] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立極地研究所、3.ロスアラモス国立研究所、4.宇宙航空研究開発機構、5.東京大学、6.大阪大学、7.金沢大学、8.東北大学、9.ニューハンプシャー大学、10.コロラド大学)

10:00 ~ 10:15

[PEM12-05] Study on the predictability of imminent giant solar flares based on the theory of double-arc instability

*草野 完也[1]、伊集 朝哉[2]、伴場 由美[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立天文台)

10:15 ~ 10:30

[PEM12-06] Update of space weather research and operation activities in NICT

*石井 守[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

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

10:45 ~ 12:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:片岡 龍峰(国立極地研究所)

10:45 ~ 11:00

[PEM12-07] Commercial Space Weather Activities From a USA small Business Perspertive

★Invited Papers

*Chigomezyo Mudala Ngwira[1]、Geoff Crowley[1]、Chad Fish[1] (1.Atmospheric and Space Technology Research Associates, LLC)

11:00 ~ 11:15

[PEM12-08] Development of coronal mass ejection arrival time forecasting system using interplanetary scintillation observations

★Invited Papers

*岩井 一正[1]、塩田 大幸[2]、徳丸 宗利[1]、藤木 謙一[1]、田 光江[2]、久保 勇樹[2] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報通信研究機構)

11:15 ~ 11:30

[PEM12-09] Development of real-time prediction system of CME arrival and magnetic field with SUSANOO-CME MHD simulation

*塩田 大幸[1,2]、八代 誠司[3]、岩井 一正[2] (1.国立研究開発法人 情報通信研究機構、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.米国カトリック大学)

11:30 ~ 11:45

[PEM12-10] The Role of a Tiny Brightening in a Huge Geo-effective Solar Eruption Leading to the St Patrick's Day Storm

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、林 啓志[1,3,4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3.Key Laboratory of Solar Activity, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences、4.State Key Laboratory for Space Weather, National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences)

11:45 ~ 12:00

[PEM12-11] Critical Parameters of Photospheric Magnetic Field to Produce Eruptive Solar Flares and CMEs in Active Regions

*林 沛萱[1]、草野 完也[1]、塩田 大幸[2]、井上 諭[1]、KD レカ[1,3]、水野 雄太[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立研究開発法人　情報通信研究機構、3.ノースウエスト　リサーチ　アソシエーツ)

12:00 ~ 12:15

[PEM12-12] Simulation study on internal velocity field variation of eruptive prominence

★Invited Papers

*金子 岳史[1]、草野 完也[1] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

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

13:45 ~ 15:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:Antti Pulkkinen(NASA/GSFC)

13:45 ~ 14:00

[PEM12-13] オーロラ・ジェット電流の大きさは予測できるか？

★招待講演

*海老原 祐輔[1]、田中 高史[2]、上吉川 直輝[3] (1.京都大学生存圏研究所、2.九州大学、3.三菱電機)

14:00 ~ 14:15

[PEM12-14] Geoelectromagnetics with the Geophysical Instrument Combination of Hydro-Québec, AUTUMNX, and USArray Magnetotellurics

★Invited Papers

*Martin G Connors[1]、Sébastien Guillon[2]、Adam Schultz[3]、Naoto Imamura[3] (1.Athabasca University、2.Hydro-Québec TransÉnergie、3.Oregon State University)

14:15 ~ 14:30

[PEM12-15] Quantifying the Latitudinal Extent of the Aurorae During Large Geomagnetic Storms

*Sean Blake[1,2]、Antti Pulkkinen[1]、Pete Schuck[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center, Space Weather Laboratory, Greenbelt, Maryland, USA、2.Catholic University of America, Department of Physics, Washington DC, USA)

14:30 ~ 14:45

[PEM12-16] Simulation of Geomagnetically Induced Current (GIC) Flowing in 500 kV Power Grid in Japan Including a Three-Dimensional Ground Inhomogeneity

*中村 紗都子[1]、海老原 祐輔[1]、藤田 茂[2]、後藤 忠徳[3]、亘 慎一[4] (1.京都大学生存圏研究所、2.気象庁気象大学校、3.京都大学大学院工学研究科 、4.情報通信研究機構)

14:45 ~ 15:00

[PEM12-17] Reproducibility of the geomagnetically induced currents in Hokkaido with a two-layer conductivity model

*菊池 崇[1,2]、海老原 祐輔[2]、橋本 久美子[3]、亘 慎一[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.京都大学生存圏研究所、3.吉備国際大学、4.情報通信研究機構)

15:00 ~ 15:15

[PEM12-18] Fan-shaped aurora as seen from Japan during a great magnetic storm on 11 February 1958

*片岡 龍峰[1]、内野 志織[1]、藤原 康徳[1]、藤田 茂[1]、山本 和明[2] (1.国立極地研究所、2.国文学研究資料館)

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

15:30 ~ 17:00 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:草野 完也(名古屋大学)

15:30 ~ 15:45

[PEM12-19] Application Usability Levels: Their evolution and eco-system

★Invited Papers

*Alexa Jean Halford[1]、Adam Kellerman[2]、Jeff Klenzing[3]、Katherine Garcia-Sage[3]、Brett A Carter[4]、Daniel T Welling[5]、Barbara Thompson[3]、Antti A Pulkkinen[3] (1.The Aerospace Corporation、2.UCLA、3.NASA/GSFC、4.RMIT、5.UT Arlington)

15:45 ~ 16:00

[PEM12-20] NICT宇宙天気予報センターにおける宇宙天気予報担当の業務

★招待講演

*酒井 光資[1]、鵜川 健太郎[1]、川原 健太郎[1]、石井 守[2]、久保 勇樹[2] (1.株式会社セック、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

16:00 ~ 16:15

[PEM12-21] PROGRESS: An overview of data products

*Michael A Balikhin[1]、Simon N Walker[1] (1.University of Sheffield)

16:15 ~ 16:30

[PEM12-22] The Probability of Satellite Anomalies by a Disastrous Solar Flare

*関 大吉[1,2,3] (1.京都大学大学院総合生存学館、2.ケンブリッジ大学極端リスク研究センター、3.京都大学大学院理学研究科附属天文台)

16:30 ~ 16:45

[PEM12-23] **Operational Forecasting of Solar Flares using Deep Neural Network**

*西塚 直人[1]、久保 勇樹[1]、杉浦 孔明[1]、田 光江[1]、石井 守[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

16:45 ~ 17:00

[PEM12-24] **Spring-Autumnal asymmetry in geomagnetic activity and its origin over last 140 years**

*Hao Luo[1]、Xiaoming Sha[1] (1.IGGCAS)

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

15:30 ~ 17:00 | 301B 3F

[A-OS09] 海洋混合学：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明

コンビーナ:安田 一郎(東京大学大気海洋研究所)、日比谷 紀之(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、西岡 純(北海道大学低温科学研究所)、伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、座長:日比谷 紀之(東京大学 大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

15:30 ~ 15:45

[AOS09-18] Searching 18.6 year tidal modulation impact in a global gridded ocean oxygen dataset with its improvements

*Shoshiro Minobe[1] (1.Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University)

15:45 ~ 16:00

[AOS09-19] Contribution of tidal energy dissipation to variations of transient climate response and steric sea level rise through ocean heat uptake

*渡辺 路生[1]、建部 洋晶[1]、鈴木 立郎[1]、立入 郁[1] (1.海洋研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[AOS09-20] A Wave Resolving Simulation for Upper Ocean Turbulence Driven by Wave-Current Interaction

*吉川 裕[1]、藤原 泰[1]、松村 義正[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.東京大学大気海洋研究所)

16:15 ~ 16:30

[AOS09-21] **Revisiting the Characteristics of Mixing Efficiency in the Brazil Basin**

*伊地知 敬[1]、Louis St. Laurent[1]、Kurt Polzin[1] (1.ウッズホール海洋研究所)

16:30 ~ 16:45

[AOS09-22] Instabilities of finite-amplitude internal wave beams

*大貫 陽平[1]、田中 祐希[2] (1.九州大学応用力学研究所、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

16:45 ~ 17:00

[AOS09-23] Evaluation of nutrient flux enhanced by double diffusion in the Kuroshio using glider measurements

*李 根淙[1]、山本 龍[1]、安田 一郎[1]、田中 雄大[2] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所)

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

9:00 ~ 10:30 | 302 3F

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)、座長:伊藤 進一(東京大学)

9:10 ~ 9:30

[AOS12-01] Projected coastal hypoxia in a coupled bio-physical model of the California Current System.

★Invited Papers

*Enrique N Curchitser[1]、Raphael Dussin[1,2]、Charles Stock[3]、Nicoals van Oostende[4] (1.Rutgers University New Brunswick、2.Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University、3.NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory、4.Princeton University)

9:30 ~ 9:45

[AOS12-02] **Decadal salinity variation in the western North Pacific correlated with the strength of the Oyashio and the Kuroshio Extension**

*金子 仁[1]、奥西 武[2]、纐纈 慎也[3]、伊藤 幸彦[1]、瀬藤 聡[4]、黒田 寛[5]、清水 勇吾[4] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.水産教育・研究機構 東北区水産研究所、3.海洋研究開発機構、4.水産教育・研究機構 中央水産研究所、5.水産教育・研究機構 北海道区水産研究所)

9:45 ~ 10:00

[AOS12-03] **Multiscale routes to supply nutrients through the Kuroshio nutrient stream**

*長井 健容[1]、Clayton Sophie[2]、内山 雄介[3] (1.東京海洋大学 海洋環境科学部門、2.Ocean, Earth & Atmospheric Sciences, Old Dominion University、3.神戸大学)

10:00 ~ 10:15

[AOS12-04] **Seasonal variability of upper-ocean primary production around the Kuroshio analyzed using a ROMS-NPZD model**

*Xu Zhang[1]、Yusuke Uchiyama[1,2]、Yota Suzue[3]、Hidekatsu Yamazaki[4] (1.Kobe University、2.Port and Airport Research Institute、3.Construction Technique Institute Engineering Co., Ltd.、4.Tokyo University of Marine Science and Technology)

10:15 ~ 10:30

[AOS12-05] Nutrient and light conditions at subsurface chlorophyll maximum: physical-biogeochemical observations along a mid-Pacific meridional transect

*伊藤 幸彦[1]、金子 仁[1]、纐纈 慎也[2]、奥西 武[3]、小川 浩史[1]、佐藤 光秀[4]、齊藤 宏明[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.水産研究・教育機構 東北区水産研究所、4.香港科技大學)

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

10:45 ~ 12:15 | 302 3F

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)、座長:松村 義正(東京大学大気海洋研究所)

10:45 ~ 11:05

[AOS12-06] A Lagrangian view of spring phytoplankton blooms

★Invited Papers

*木田 新一郎[1]、伊藤 貴充[2] (1.九州大学・応用力学研究所、2.ジョージア工科大学)

11:05 ~ 11:20

[AOS12-07] Significance of acclimation process in simulating chlorophyll distribution in the Arctic Ocean

*増田 良帆[1]、山中 康裕[1]、平田 貴文[1]、中野 英之[2] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.気象研究所)

11:20 ~ 11:35

[AOS12-08] 瀬戸内海中央部における栄養塩変動に対する低次生態系の応答

*吉江 直樹[1]、水口 隼人[1]、郭 新宇[1]、米田 道夫[2]、阿保 勝之[2]、河野 悌昌[2]、藤田 辰徳[3] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.水産研究・教育機構、3.香川県水産試験場)

11:35 ~ 11:50

[AOS12-09] Effects of the temperature and fish size on metabolism and swimming performance of Pacific chub mackerel *Scomber japonicus* in the Northwest Pacific

*郭 晨穎[1]、伊藤 進一[1]、米田 道夫[2]、北野 載[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.（国）水産研究・教育機構)

11:50 ~ 12:05

[AOS12-10] Sensitivity analyses of growth and migration of Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) in the East China Sea using a fish growth-migration model.

*伊藤 進一[1]、瀬藤 聡[2]、米田 道夫[2]、高橋 素光[2]、松山 倫也[3]、郭 晨穎[1]、北川 貴士[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.水産研究・教育機構、3.九州大学)

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

13:45 ~ 15:15 | 302 3F

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)、座長:Enrique Curchitser(Rutgers University)

13:45 ~ 14:05

[AOS12-11] Micro-scale patchiness enhances trophic transfer efficiency and potential plankton biodiversity

★Invited Papers

*山崎 秀勝[1]、Priyadarshi Anupam[2]、Smith Lan[3]、Mandal Sandip[4]、田中 衛[1] (1.東京海洋大学、2.Banaras Hindu University、3.海洋研究開発機構、4.Public Health Foundation of India)

14:05 ~ 14:20

[AOS12-12] 海底オブザバトリーを使用した微小凝集体の長期観測

*竹内 茉莉香[1,2]、Doubell Mark[3]、Mitchell Jim[2]、山崎 秀勝[1] (1.東京海洋大学、2.Flinders University、3.South Australia Research and Development Institute)

14:20 ~ 14:35

[AOS12-13] An insight into the area characteristic of seasonal change in nitrogen isotope ratio based on a marine nitrogen isotope model

*吉川 知里[1]、重光 雅仁[1]、山本 彬友[1]、岡 顕[2]、大河内 直彦[1] (1.海洋研究開発機構、2.東大大気海洋研)

14:35 ~ 14:50

[AOS12-14] **Modeling variability of ^{15}N stable isotope enrichment within the planktonic food chain**

*S. Lan Smith[1]、Yoshikazu Sasai[1]、Chisato Yoshikawa[2] (1.Marine Ecosystem Dynamics Research Group, RCGC, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokohama, Japan、2.Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, Japan)

14:50 ~ 15:05

[AOS12-15] Discussions

伊藤 進一[2]、*平田 貴文[1] (1.北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2.東京大学　大気海洋研究所)

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

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

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)

[AOS12-P01] 日本海の生態系に対する対馬海峡を経由する栄養塩輸送の影響

*柴野 良太[1]、森本 昭彦[1]、髙山 勝巳[2]、滝川 哲太郎[3]、伊藤 雅[4] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.九州大学応用力学研究所、3.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、4.水産研究・教育機構日本海区水産研究所)

[AOS12-P02] Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

*重光 雅仁[1]、青山 道夫[1]、土居 知将[1]、横川 太一[1]、村田 昌彦[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS12-P03] Reproduction of iron-rich intermediate water in the Sea of Okhotsk by high resolution biogeochemical model.

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、浩志 吉成[2]、拓也 中野渡[3]、中村 知裕[1]、内本 圭亮[4]、羽角 博康[5] (1.北海道大学　低温科学研究所、2.国立環境研究所、3.北海道区水産研究所、4.地球環境産業技術研究機構、5.東京大学　大気海洋研究所)

[AOS12-P04] The global oceanic iron distribution estimated by data assimilation approach

*土居 知将[1]、長船 哲史[1]、増田 周平[1]、小畑 元[2]、三角 和弘[3]、西岡 純[4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学、3.電力中央研究所、4.北海道大学)

[AOS12-P05] A high-resolution multi-purpose particle tracking framework for coastal areas near Japan

*松村 義正[1]、桂 将太[1]、黒木 聖夫[2]、中野 英之[3]、山岸 孝輝[4] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.気象庁気象研究所、4.高度情報科学技術研究機構)

[AOS12-P06] Numerical study on seasonality of ocean litters collected at the Dongsha Island in the northern South China Sea

*Yi-Chia Hsin[1]、Chia-Ying Ko[2]、Ming-Shiou Jeng[3] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica、2.Institute of Fisheries Science, National Taiwan University、3.Biodiversity Research Center, Academia Sinica)

[AOS12-P07] A key spot and timing to monitor chlorophyll-a in the Kuroshio western boundary current

*平田 貴文[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[AOS12-P08] **Impacts of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region**

*Eko Siswanto[1]、Yoshikazu Sasai[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS12-P09] Diagnostic estimation and uncertainties of nutrient limitation of phytoplankton growth in Michaelis-Menten functional form

*橋岡 豪人[1]、相田 真希[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

[AOS12-P10] Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component

*坂本 天[1]、浦川 昇吾[2]、伊藤 幸彦[1]、羽角 博康[1]、田中 潔[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[AOS12-P11] Change in lower trophic level ecosystems to decadal scale variation of climate system in the North Pacific Ocean

*相田 真希[1]、田所 和明[2]、小室 芳樹[3]、橋岡 豪人[1]、原田 尚美[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 北極環境変動総合研究センター)

[AOS12-P12] Estimation of experienced environment of jack mackerel in the East China Sea

*樋口 富彦[1]、高橋 素光[2]、白井 厚太朗[1]、伊藤 進一[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所)

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

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

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)

[AOS12-P01] 日本海の生態系に対する対馬海峡を経由する栄養塩輸送の影響

*柴野 良太[1]、森本 昭彦[1]、髙山 勝巳[2]、滝川 哲太郎[3]、伊藤 雅[4] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.九州大学応用力学研究所、3.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、4.水産研究・教育機構日本海区水産研究所)

[AOS12-P02] Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

*重光 雅仁[1]、青山 道夫[1]、土居 知将 [1]、横川 太一[1]、村田 昌彦[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS12-P03] Reproduction of iron-rich intermediate water in the Sea of Okhotsk by high resolution biogeochemical model.

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、浩志 吉成[2]、拓也 中野渡[3]、中村 知裕[1]、内本 圭亮[4]、羽角 博康[5] (1.北海道大学　低温科学研究所、2.国立環境研究所、3.北海道区水産研究所、4.地球環境産業技術研究機構、5.東京大学　大気海洋研究所)

[AOS12-P04] The global oceanic iron distribution estimated by data assimilation approach

*土居 知将[1]、長船 哲史[1]、増田 周平[1]、小畑 元[2]、三角 和弘[3]、西岡 純[4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学、3.電力中央研究所、4.北海道大学)

[AOS12-P05] A high-resolution multi-purpose particle tracking framework for coastal areas near Japan

*松村 義正[1]、桂 将太[1]、黒木 聖夫[2]、中野 英之[3]、山岸 孝輝[4] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.気象庁気象研究所、4.高度情報科学技術研究機構)

[AOS12-P06] Numerical study on seasonality of ocean litters collected at the Dongsha Island in the northern South China Sea

*Yi-Chia Hsin[1]、Chia-Ying Ko[2]、Ming-Shiou Jeng[3] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica、2.Institute of Fisheries Science, National Taiwan University、3.Biodiversity Research Center, Academia Sinica)

[AOS12-P07] A key spot and timing to monitor chlorophyll-a in the Kuroshio western boundary current

*平田 貴文[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[AOS12-P08] **Impacts of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region**

*Eko Siswanto[1]、Yoshikazu Sasai[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS12-P09] Diagnostic estimation and uncertainties of nutrient limitation of phytoplankton growth in Michaelis-Menten functional form

*橋岡 豪人[1]、相田 真希[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

[AOS12-P10] Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component

*坂本 天[1]、浦川 昇吾[2]、伊藤 幸彦[1]、羽角 博康[1]、田中 潔[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[AOS12-P11] Change in lower trophic level ecosystems to decadal scale variation of climate system in the North Pacific Ocean

*相田 真希[1]、田所 和明[2]、小室 芳樹[3]、橋岡 豪人[1]、原田 尚美[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 北極環境変動総合研究センター)

[AOS12-P12] Estimation of experienced environment of jack mackerel in the East China Sea

*樋口 富彦[1]、高橋 素光[2]、白井 厚太朗[1]、伊藤 進一[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所)

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

10:45 ~ 12:15 | 102 1F

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)、座長:田中 潔、森本 昭彦

10:45 ~ 11:00

[AOS13-01] 日本沿岸海況監視予測システムを利用した湾スケール・モデルの機動的開発

*坂本 圭[1]、中野 英之[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、辻野 博之[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所)

11:00 ~ 11:15

[AOS13-02] 駿河湾フェリーに搭載したADCPで観測された湾奥の平均流 その2

*勝間田 高明[1,4]、仁木 将人[2]、田中 昭彦[1]、丹 佑之[1,3]、高嶋 恭子[2]、杉本 隆成 (1.東海大学　清水教養教育センター、2.東海大学 海洋学部、3.一般社団法人無人機研究開発機構、4.特定非営利活動法人 海洋環境保全協会 開発研究部)

11:15 ~ 11:30

[AOS13-03] やませに励起される陸奥湾の底入り潮と関連する海況変化について

*藤嵜 里美[1]、磯辺 篤彦[1]、扇田 いずみ[2]、髙坂 祐樹[2] (1.九州大学、2.青森県水産総合研究所)

11:30 ~ 11:45

[AOS13-04] 豊後水道の底入り潮の発生過程

*前谷 佳奈[1]、森本 昭彦[2]、郭 新宇[2]、美山 透[3] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[AOS13-05] 豊後水道の底入り潮の発生特性

*森本 昭彦[1]、藤田 修哉[1]、武岡 英隆[1]、郭 新宇[1] (1.愛媛大学)

12:00 ~ 12:15

[AOS13-06] Role of Kuroshio Current in fish resource variability off southwest Japan

*森岡 優志[1]、Sergey Varlamov[1]、宮澤 泰正[1] (1.海洋研究開発機構)

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

13:45 ~ 15:15 | 102 1F

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)、座長:森本 昭彦、速水 祐一

13:45 ~ 14:00

[AOS13-07] 有明海奥部の貧酸素水塊の変動ー酸素消費の主体は何かー

*速水 祐一[1]、藤井 直紀[1]、髙巣 裕之[2]、梅澤 有[3]、和田 実[2] (1.佐賀大学、2.長崎大学、3.東京農工大学)

14:00 ~ 14:15

[AOS13-08] ノリ養殖による光環境の変化が植物プランクトン動態へ及ぼす影響

*南浦 修也[1]、山口 創一[1] (1.九州大学)

14:15 ~ 14:30

[AOS13-09] **Enhanced West Philippine Sea intrusion diminishes hypoxia conditions in the Pearl River estuary**

*Hon-Kit Lui[1,2]、Chen-Tung Arthur Chen[1]、Wei-Ping Hou[2]、Jian-Ming Liau[2] (1.Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University、2.Taiwan Ocean Research Institute, National Applied Research Laboratories)

14:30 ~ 14:45

[AOS13-10] North Pacific seawater radiocarbon recorded in abalone shells obtained from Otsuchi Bay, Japan

*太田 耕輔[1]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[2]、早川 淳[2]、佐藤 菜央美[2]、福田 秀樹[2]、田中 潔[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所)

14:45 ~ 15:00

[AOS13-11] 常磐沖における河川流出に起源をもつ放射性セシウムの拡散

*田中 潔[1]、長尾 誠也[2]、北出 裕二郎[3]、仁木 将人[4]、勝間田 高明[4]、美山 透[5] (1.東京大学、2.金沢大学、3.東京海洋大学、4.東海大学、5.海洋研究開発機構)

15:00 ~ 15:15

[AOS13-12] 九州の河川海洋一体型モデル開発

*堤 隆浩[1]、木田 新一郎[2]、黒木 龍介[3]、山敷 庸亮[3] (1.九州大学　大学院　総合理工学府、2.九州大学　応用力学研究所、3.京都大学　大学院　総合生存学館)

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

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

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)

[AOS13-P01] 海洋プラスチックの劣化と細片化に関する実験的研究

*山口 祐成[1] (1.九州大学)

[AOS13-P02] 伊勢湾，三河湾の表層堆積物の粒度と炭素，窒素，硫黄濃度分布からみた海底環境

*天野 敦子[1]、清家 弘治[1] (1.産業技術総合研究所)

[AOS13-P03] 駿河湾におけるエスチュアリ循環の観測

*田中 潔[1]、仁木 将人[2]、轡田 邦夫[2]、石田 明生[3]、高橋 大介[2]、勝間田 高明[2]、植原 量行[2] (1.東京大学、2.東海大学、3.常葉大学)

[AOS13-P04] ジャカルタ湾の河川水の滞留時間

*森本 昭彦[1]、Soeyanto Endro[2]、速水 祐一[3]、Sudaryanto Agus[2]、Sachoemar Suhendar[2] (1.愛媛大学、2.BPPT, Indonesia、3.佐賀大学)

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

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

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)

[AOS13-P01] 海洋プラスチックの劣化と細片化に関する実験的研究

*山口 祐成[1] (1.九州大学)

[AOS13-P02] 伊勢湾，三河湾の表層堆積物の粒度と炭素，窒素，硫黄濃度分布からみた海底環境

*天野 敦子[1]、清家 弘治[1] (1.産業技術総合研究所)

[AOS13-P03] 駿河湾におけるエスチュアリ循環の観測

*田中 潔[1]、仁木 将人[2]、轡田 邦夫[2]、石田 明生[3]、高橋 大介[2]、勝間田 高明[2]、植原 量行[2] (1.東京大学、2.東海大学、3.常葉大学)

[AOS13-P04] ジャカルタ湾の河川水の滞留時間

*森本 昭彦[1]、Soeyanto Endro[2]、速水 祐一[3]、Sudaryanto Agus[2]、Sachoemar Suhendar[2] (1.愛媛大学、2.BPPT, Indonesia、3.佐賀大学)

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

15:30 ~ 17:00 | 102 1F

[A-OS15] 陸域と海洋をつなぐ水循環の素過程

コンビーナ:木田 新一郎(九州大学・応用力学研究所)、山崎 大(東京大学生産技術研究所)、山敷 庸亮(京都大学大学院総合生存学館)、三寺 史夫(北海道大学低温科学研究所)、座長:木田 新一郎(九州大学応用力学研究所)、三寺 史夫(北海道大学低温科学研究所)、山敷 庸亮(京都大学大学院総合生存学館)

15:30 ~ 15:45

[AOS15-01] 静止・極軌道衛星データを使った沿岸域の流れと水質推定研究の最前線

★招待講演

*作野 裕司[1] (1.広島大学大学院工学研究科)

15:45 ~ 16:00

[AOS15-02] 湿潤熱帯流域の降雨流出氾濫現象とモデリング

★招待講演

*佐山 敬洋[1]、山本 浩大[2]、荒木 稜香[2]、Apip Apip[3]、Siska Eva[1]、寶 馨[4] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院工学研究科、3.インドネシア科学院、4.京都大学大学院総合生存学館)

16:00 ~ 16:15

[AOS15-03] オホーツク海におけるカムチャッカ半島からの河川流入の役割

*美山 透[1]、三寺 史夫[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構・アプリケーションラボ、2.北海道大学低温科学研究所)

16:15 ~ 16:30

[AOS15-04] CHLOROPHYLL ESTIMATION OF LAKE AND COASTAL WATER USING REMOTE SENSING APPROACH

*Yadav Shweta[1]、Yosuke Yamashiki[1]、Susaki Junichi[1]、Ishikawa Kanako[2]、Yamashita Yoh[1] (1.Kyoto University、2.Lake Biwa Environmental Research Institute)

16:30 ~ 16:45

[AOS15-05] 陸海空三重境界層および生物・人類圏としての海大陸沿岸域

*山中 大学[1] (1.総合地球環境学研究所／神戸大学名誉教授)

16:45 ~ 17:00

[AOS15-06] ガンジス・ブラマプトラ川からベンガル湾への淡水流入

*木田 新一郎[1]、山崎 大[2] (1.九州大学・応用力学研究所、2.東京大学・生産技術研究所)

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

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

[A-OS15] 陸域と海洋をつなぐ水循環の素過程

コンビーナ:木田 新一郎(九州大学・応用力学研究所)、山崎 大(東京大学生産技術研究所)、山敷 庸亮(京都大学大学院総合生存学館)、三寺 史夫(北海道大学低温科学研究所)

[AOS15-P01] MERIT Hydro: Global 90m-resolution hydrography map based on latest topography datasets.

*山崎 大[1] (1.東京大学生産技術研究所)

[AOS15-P02] 沿岸デルタ域の複合水害モデリングにおける全球・領域モデルの比較

*池内 寛明[1,2]、山崎 大[2]、平林 由希子[3] (1.東京大学大学院工学系研究科、2.東京大学生産技術研究所、3.芝浦工業大学大学院理工学研究科)

[AOS15-P03] ドローン搭載の可視/赤外カメラによる河口フロントの観測

*荒木 賢太[1]、木田 新一郎[2]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学応用力学研究所)

[AOS15-P04] Numerical simulation of typhoon storm surge in the LUOYUAN Bay

*Nan Yuan[1]、Humio Mitsudera [1] (1.Hokkaido University, the Institute of Low Temperature Science)

[AOS15-P05] 河川プリュームバルジのバルーニングに関する水槽実験および数値実験

*藤田 侑輔[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学　応用力学研究所)

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

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

[A-OS16] 海洋化学・生物学

コンビーナ:山田 奈海葉(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)、安中 さやか(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)

[AOS16-P01] **Seasonal productions of dinoflagellate cysts in relation to environmental characteristics in Jinhae-Masan Bay, Korea: One year sediment trap observation**

*Hyeon Ho Shin[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[AOS16-P02] 1991年から2017年間で太平洋に蓄積した人為起源CO2

*村田 昌彦[1]、Carter B.R.[2,3]、Feely R.A.[3]、Wanninkhof R.[3]、纐纈 慎也[1]、Sonnerup R.E.[2]、Pardo P.C.[4]、Sabine C.L.[5]、Johnson G. C.[3]、Sloyan B.M.[6]、Mecking S.[2]、Tilbrook B.[6]、Speer K.[7]、Talley L.D.[8]、Millero F.J.[9]、Wijffels S.E.[6,10]、Macdonald A.M.[10]、Gruber N.[11]、Bullister J. L.[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.University of Washington、3.NOAA、4.University of Tasmania、5.University of Hawaii Manoa、6.CSIRO、7.The Florida State University、8.University of California、9.University of Miami、10.Woods Hole Oceanographic Institution、11.IBP)

[AOS16-P03] 太平洋熱帯域における表層CO_2分圧・栄養塩の季節・経年変動

*安中 さやか[1]、纐纈 慎也[1]、P.G. Strutton[2]、A.J. Sutton[3]、村田 昌彦[1]、中岡 慎一郎[4]、野尻 幸宏[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.University of Tasmania、3.NOAA、4.NIES)

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

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

[A-OS16] 海洋化学・生物学

コンビーナ:山田 奈海葉(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)、安中 さやか(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)

[AOS16-P01] **Seasonal productions of dinoflagellate cysts in relation to environmental characteristics in Jinhae-Masan Bay, Korea: One year sediment trap observation**

*Hyeon Ho Shin[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[AOS16-P02] 1991年から2017年間で太平洋に蓄積した人為起源CO2

*村田 昌彦[1]、Carter B.R.[2,3]、Feely R.A.[3]、Wanninkhof R.[3]、纐纈 慎也[1]、Sonnerup R.E.[2]、Pardo P.C.[4]、Sabine C.L.[5]、Johnson G. C.[3]、Sloyan B.M.[6]、Mecking S.[2]、Tilbrook B.[6]、Speer K.[7]、Talley L.D.[8]、Millero F.J.[9]、Wijffels S.E.[6,10]、Macdonald A.M.[10]、Gruber N.[11]、Bullister J. L.[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.University of Washington、3.NOAA、4.University of Tasmania、5.University of Hawaii Manoa、6.CSIRO、7.The Florida State University、8.University of California、9.University of Miami、10.Woods Hole Oceanographic Institution、11.IBP)

[AOS16-P03] 太平洋熱帯域における表層CO_2分圧・栄養塩の季節・経年変動

*安中 さやか[1]、纐纈 慎也[1]、P.G. Strutton[2]、A.J. Sutton[3]、村田 昌彦[1]、中岡 慎一郎[4]、野尻 幸宏[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.University of Tasmania、3.NOAA、4.NIES)

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

15:30 ~ 17:00 | 303 3F

[A-OS16] 海洋化学・生物学

コンビーナ:山田 奈海葉(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)、安中 さやか(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、座長:小埜 恒夫(水産研究・教育機構)、小杉 如央(気象研究所)

15:30 ~ 15:45

[AOS16-01] 東経165度線における表面海水中の全炭酸濃度の増加速度の変動

*谷﨑 知穂[1]、小野 恒[2]、石井 雅男[2]、小嶋 惇[1]、増田 真次[1]、延与 和敬[1]、笹野 大輔[1]、中野 俊也[1] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

15:45 ~ 16:00

[AOS16-02] 北太平洋亜寒帯海域におけるCO_2非平衡量と人為起源CO_2の季節的動態

*李 勃豊[1]、宿田 さとり[1]、葛西 広海[2]、黒田 寛[2]、谷内 由貴子[2]、長谷川 大介[3]、渡辺 豊[1] (1.北海道大学、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　北海道区水産研究所、3.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所)

16:00 ~ 16:15

[AOS16-03] pCO_2データベースに基づく沖縄本島周辺の海洋酸性化現状把握と将来予測

*小杉 如央[1]、辻野 博之[1]、石井 雅男[1] (1.気象研究所)

16:15 ~ 16:30

[AOS16-04] 西部北太平洋における人為起源窒素の分布とその変動の復元

*渡辺 豊[1]、藤田 晃市[1]、李 勃豊[1] (1.北海道大学)

16:30 ~ 16:45

[AOS16-05] 親潮域中層における顕著なケイ酸増加トレンドの要因について

*小埜 恒夫[1] (1.国立研究開発法人　水産研究・教育機構)

16:45 ~ 17:00

[AOS16-06] Systematics of aluminum, manganese, iron, cobalt, and lead in the North Pacific Ocean observed during ocean-section study of GEOTRACES Japan

*宗林 由樹[1]、鄭 臨潔[1] (1.京都大学化学研究所)

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

9:00 ~ 10:30 | 301A 3F

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)、座長:杉本 憲彦、古恵 亮

9:00 ~ 9:15

[AOS19-01] エクマンパンピング不安定

★招待講演

*宮本 佳明[1]、David Nolan[2]、杉本 憲彦[3] (1.慶應義塾大学　環境情報学部、2.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami、3.慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)

9:15 ~ 9:30

[AOS19-02] 日本付近で発達する温帯低気圧の構造　―日本付近と北西大西洋の比較―

*栃本 英伍[1]、新野 宏[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

9:30 ~ 9:45

[AOS19-03] 新しい波動エネルギーフラックス式の熱帯波動伝播力学の解析への適用：海洋大陸-北オーストラリア域における熱帯総観規模波動擾乱の診断解析

*福富 慶樹[1]、相木 秀則[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

9:45 ~ 10:00

[AOS19-04] 微気象学的手法を用いた外洋域における海面フラックスの直接測定

★招待講演

*近藤 文義[1]、小宮 秀治郎[2]、登尾 浩助[3]、相木 秀則[4]、轡田 邦夫[5]、植松 光夫[6]、塚本 修[7] (1.海上保安大学校、2.マックス・プランク生物地球化学研究所、3.明治大学、4.名古屋大学、5.東海大学、6.東京大学、7.岡山大学)

10:00 ~ 10:15

[AOS19-05] 三陸リアス海岸の地形に固有のうねり性波浪について

*小松 幸生[1,2]、藤井 孝樹[1,2]、田中 潔[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[AOS19-06] **Variabilities of the Sea Surface Height in the Kuril Basin of the Okhotsk Sea: Coherent shelf-trapped mode and Rossby wave-like mode**

*Vigan Mensah[1]、Kay I. Ohshima[1] (1.Institute of Low Temperature Science)

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

10:45 ~ 12:15 | 301A 3F

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)、座長:久木 幸治(琉球大学理学部)、相木 秀則

10:45 ~ 11:00

[AOS19-07] サハリン島西岸の深い海谷における宗谷暖流冷水帯起源水の海水交換過程

★招待講演

*三寺 史夫[1]、飯田 博之[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学環境科学院)

11:00 ~ 11:15

[AOS19-08] 赤道太平洋における熱帯不安定波の発生機構

*田中 祐希[1]、日比谷 紀之[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

11:15 ~ 11:30

[AOS19-09] インド洋上層 2000 m における一年周期のロスビー波

*名倉 元樹[1] (1.(独) 海洋研究開発機構)

11:30 ~ 11:45

[AOS19-10] アルゴフロートで観測される渦

★招待講演

*勝又 勝郎[1] (1.海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[AOS19-11] 非線形系特有のリズム現象と海洋大循環

*下川 信也[1]、松浦 知徳[2] (1.防災科学技術研究所、2.富山大学)

12:00 ~ 12:15

[AOS19-12] 海底地形による海洋大循環の制御と中規模擾乱の発生

*加瀬 有理[1]、松浦 知徳[1] (1.国立大学法人 富山大学)

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

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)

[AOS19-P01] 金星AFESによる大気スーパーローテーションの発生

*杉本 憲彦[1]、高木 征弘[2]、松田 佳久[3] (1.慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室、2.京都産業大学　理学部、3.東京学芸大学　自然科学系)

[AOS19-P02] 金星の衛星間電波掩蔽観測を意識したデータ同化による研究

*阿部 未来[1]、杉本 憲彦[1]、菊池 由佳子[2]、細野 朝子[3]、安藤 紘基[4]、高木 征弘[4]、Itziar Garate Lopez[5]、Sebastien Lebonnois[6]、Chi Ao[7] (1.慶應義塾大学、2.横浜雙葉学園、3.豊島岡女子学園、4.京都産業大学、5.バスク大学、6.ソルボンヌ大学、7.ジェット推進研究所)

[AOS19-P03] 太陽風と大気循環との関係

*Prikryl Paul[1] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、カナダ天然資源地磁気研究所)

[AOS19-P04] 2010年夏のロシアブロッキングにおける大西洋ストームトラックの寄与

*山崎 哲[1] (1.海洋研究開発機構 アプリケーションラボ)

[AOS19-P05] エクマン層の不安定と台風境界層のロール渦

*伊藤 純至[1]、新野 宏[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P06] Mathematical description of the internal waves in a proximity of the bottom of the Ocean.

*andrei giniatoulline[1]、german tobar[1] (1.Department of Mathematics, Los Andes University, Bogota, Colombia, South America)

[AOS19-P07] How deterministic are the deep zonal jets?

*Ryo Furue[1]、Masami Nonaka[1]、Hideharu Sasaki[1] (1.APL/JAMSTEC)

[AOS19-P08] 潮汐混合によるインドネシア通過流への影響

*城山 航基[1]、木田 新一郎[2]、佐々木 英治[3]、古恵 亮[3] (1.九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学　応用力学研究所、3.海洋研究開発機構)

[AOS19-P09] 異なるデータ(NCEP/NCAR及びQSCAT)から得られたOFESの結果の南太平洋における再現性の検証

*福永 広重[1]、轡田 邦夫[1]、垣内 陽[1]、柳田 悠馬[1]、佐々木 英治[2]、笹井 義一[2] (1.東海大学、2.海洋研究開発機構)

[AOS19-P10] 海洋波浪データの漂流ブイ,係留式GPSブイ,再解析データの相互比較

*久木 幸治[1] (1.琉球大学)

[AOS19-P11] 黒潮続流周辺海域における渦の併合, 分離について

*松橋 孝太朗[1]、植原 量行[1] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻)

[AOS19-P12] OGCMと粒子追跡法を用いた137E測線に到達する水塊における中規模渦に捕捉された輸送の影響の評価

★招待講演

*中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]、松村 義正[2] (1.気象研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P13] 簡易気候モデルを用いた氷期気候における海洋深層循環の変動に関する研究

*安藤 大悟[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)

[AOS19-P01] 金星AFESによる大気スーパーローテーションの発生

*杉本 憲彦[1]、高木 征弘[2]、松田 佳久[3] (1.慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室、2.京都産業大学　理学部、3.東京学芸大学　自然科学系)

[AOS19-P02] 金星の衛星間電波掩蔽観測を意識したデータ同化による研究

*阿部 未来[1]、杉本 憲彦[1]、菊池 由佳子[2]、細野 朝子[3]、安藤 紘基[4]、高木 征弘[4]、Itziar Garate Lopez[5]、Sebastien Lebonnois[6]、Chi Ao[7] (1.慶應義塾大学、2.横浜雙葉学園、3.豊島岡女子学園、4.京都産業大学、5.バスク大学、6.ソルボンヌ大学、7.ジェット推進研究所)

[AOS19-P03] 太陽風と大気循環との関係

*Prikryl Paul[1] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、カナダ天然資源地磁気研究所)

[AOS19-P04] 2010年夏のロシアブロッキングにおける大西洋ストームトラックの寄与

*山崎 哲[1] (1.海洋研究開発機構 アプリケーションラボ)

[AOS19-P05] エクマン層の不安定と台風境界層のロール渦

*伊藤 純至[1]、新野 宏[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P06] Mathematical description of the internal waves in a proximity of the bottom of the Ocean.

*andrei giniatoulline[1]、german tobar[1] (1.Department of Mathematics, Los Andes University, Bogota, Colombia, South America)

[AOS19-P07] How deterministic are the deep zonal jets?

*Ryo Furue[1]、Masami Nonaka[1]、Hideharu Sasaki[1] (1.APL/JAMSTEC)

[AOS19-P08] 潮汐混合によるインドネシア通過流への影響

*城山 航基[1]、木田 新一郎[2]、佐々木 英治[3]、古恵 亮[3] (1.九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学　応用力学研究所、3.海洋研究開発機構)

[AOS19-P09] 異なるデータ(NCEP/NCAR及びQSCAT)から得られたOFESの結果の南太平洋における再現性の検証

*福永 広重[1]、轡田 邦夫[1]、垣内 陽[1]、柳田 悠馬[1]、佐々木 英治[2]、笹井 義一[2] (1.東海大学、2.海洋研究開発機構)

[AOS19-P10] 海洋波浪データの漂流ブイ,係留式GPSブイ,再解析データの相互比較

*久木 幸治[1] (1.琉球大学)

[AOS19-P11] 黒潮続流周辺海域における渦の併合, 分離について

*松橋 孝太朗[1]、植原 量行[1] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻)

[AOS19-P12] OGCMと粒子追跡法を用いた137E測線に到達する水塊における中規模渦に捕捉された輸送の影響の評価

★招待講演

*中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]、松村 義正[2] (1.気象研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P13] 簡易気候モデルを用いた氷期気候における海洋深層循環の変動に関する研究

*安藤 大悟[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

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

9:00 ~ 10:30 | 105 1F

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)、座長:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、森川 徳敏(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)

9:00 ~ 9:30

[AHW24-01] 安定同位体比を用いた植物による硝酸態窒素利用の実体解明

★招待講演

*木庭 啓介[1] (1.京都大学生態学研究センター)

9:30 ~ 9:45

[AHW24-02] 複数の環境トレーサー分析と物質移行解析を用いた京都盆地における地域的大気六フッ化硫黄濃度の時間変化の復元

*柏谷 公希[1]、堀 太至[1]、硲 隆太[2]、佐久間 洋一[3]、小池 克明[1] (1.京都大学、2.大阪産業大学、3.東京工業大学)

9:45 ~ 10:00

[AHW24-03] 沖縄の降水の^{17}O-excess値を用いた水蒸気起源における相対湿度の定量的な復元

上地 佑衣菜[1]、*植村 立[1] (1.琉球大学　理学部)

10:00 ~ 10:15

[AHW24-04] Identification of deep groundwater recharge system in an intermontane basin

*中村 高志[1]、西田 継[1]、Mohamad Naim[2]、Shakya Man Bijay[1]、浅井 和由[4]、Shrestha Das Sresh[3] (1.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター、2.山梨大学、3.トリブワン大学・地質学科、4.株式会社　地球科学研究所)

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

10:45 ~ 12:15 | 105 1F

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)、座長:森川 徳敏(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、浅井 和由(地球科学研究所)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門深部流体研究グループ)

10:45 ~ 11:15

[AHW24-05] 長野県大鹿村における有馬型塩水の湧出量推定

★招待講演

*楠原 文武[1] (1.電力中央研究所)

11:15 ~ 11:30

[AHW24-06] 阿蘇火山の火口湖「湯溜り」のマグネシウム収支から推定される湖底下熱水活動

*大沢 信二[1]、齋藤 武士[2]、網田 和宏[3] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）、2.信州大学学術研究院理学系、3.秋田大学大学院理工学研究科)

11:30 ~ 11:45

[AHW24-07] 四万十川河川水の化学組成および水素・酸素同位体比の空間分布

*高橋 正明[1]、清水 日奈子[1]、風早 康平[1]、安原 正也[2,1] (1.産業技術総合研究所、2.立正大学地球環境科学部)

11:45 ~ 12:00

[AHW24-08] 都市の浅層地下水の起源に関する同位体的研究―東京都品川区を例として―

*安原 正也[1]、稲村 明彦[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4] (1.立正大学地球環境科学部、2.（国）産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3.山梨大学国際流域環境研究センター、4.（株）地球科学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)

[AHW24-P01] 伊豆半島の湧水の地球化学的特性

*浅井 和由[1]、浅井 和見[1] (1.株式会社　地球科学研究所)

[AHW24-P02] 長野県上田市，黄金沢川の酸性河川水と扇状地の浅層地下水の水質について

髙橋 蘭[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.山梨大学国際流域環境研究センター、4.（株）地球科学研究所)

[AHW24-P03] 赤城山の山頂に出現する一時的な湖沼「血の池」におけるヤマヒゲナガケンミジンコの生態について

平野 有里[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、船生 泰寛[3]、岩崎 望[2]、霜田 奈積[2] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.立正大学大学院地球環境科学研究科)

[AHW24-P04] **河川の流水断面における溶存成分濃度と酸素・水素同位体比の分布**
ー埼玉県福川を例としてー

*木村 真夏[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P05] 群馬県藤岡市浄法寺地域の河川水の塩化物イオン濃度とその起源について

*長谷川 武俊[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科環境システム学専攻、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P06] Geochemical characteristics and origin of groundwater in central to eastern Hokkaido

*中垣 優盛[1] (1.千葉大学)

[AHW24-P07] Identification of hydrological characteristics on the groundwater recharge in volcanic and non-volcanic mountains

*佐野 安奈[1]、中村 高志[1]、西田 継[1] (1.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター)

[AHW24-P08] ^{222}Rn濃度を用いた増富温泉水の形成機構に関する水質化学的検討

*望月 映希[1]、早川 拓哉[1]、小林 浩[1] (1.山梨県衛生環境研究所)

[AHW24-P09] Migration Behavior of Radiocesium Derived from the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant Accident in Natsui River and Tone River

*Deddy Irawan Permana Putra[1]、Shinya Ochiai[2]、Seiichi Tomihara[3]、Shun Watanabe[4]、Kyuma Suzuki[4]、Seiya Nagao[2] (1.Kanazawa University, Graduate School of Natural Science and Technology、2.Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University、3.Aquamarine Fukushima、4.Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station)

[AHW24-P10] 溶存アルゴン濃度からみた地下水中のExcess air量の評価

*浅井 和見[1]、浅井 和由[1] (1.株式会社地球科学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)

[AHW24-P01] 伊豆半島の湧水の地球化学的特性

*浅井 和由[1]、浅井 和見[1] (1.株式会社　地球科学研究所)

[AHW24-P02] 長野県上田市，黄金沢川の酸性河川水と扇状地の浅層地下水の水質について

髙橋 蘭[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.山梨大学国際流域環境研究センター、4.（株）地球科学研究所)

[AHW24-P03] 赤城山の山頂に出現する一時的な湖沼「血の池」におけるヤマヒゲナガケンミジンコの生態について

平野 有里[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、船生 泰寛[3]、岩崎 望[2]、霜田 奈積[2] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.立正大学大学院地球環境科学研究科)

[AHW24-P04] **河川の流水断面における溶存成分濃度と酸素・水素同位体比の分布**
ー埼玉県福川を例としてー

*木村 真夏[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P05] 群馬県藤岡市浄法寺地域の河川水の塩化物イオン濃度とその起源について

*長谷川 武俊[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科環境システム学専攻、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P06] Geochemical characteristics and origin of groundwater in central to eastern Hokkaido

*中垣 優盛[1] (1.千葉大学)

[AHW24-P07] Identification of hydrological characteristics on the groundwater recharge in volcanic and non-volcanic mountains

*佐野 安奈[1]、中村 高志[1]、西田 継[1] (1.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター)

[AHW24-P08] ^{222}Rn濃度を用いた増富温泉水の形成機構に関する水質化学的検討

*望月 映希[1]、早川 拓哉[1]、小林 浩[1] (1.山梨県衛生環境研究所)

[AHW24-P09] Migration Behavior of Radiocesium Derived from the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant Accident in Natsui River and Tone River

*Deddy Irawan Permana Putra[1]、Shinya Ochiai[2]、Seiichi Tomihara[3]、Shun Watanabe[4]、Kyuma Suzuki[4]、Seiya Nagao[2] (1.Kanazawa University, Graduate School of Natural Science and Technology、2.Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University、3.Aquamarine Fukushima、4.Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station)

[AHW24-P10] 溶存アルゴン濃度からみた地下水中のExcess air量の評価

*浅井 和見[1]、浅井 和由[1] (1.株式会社地球科学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[A-HW25] 都市域の水環境と地質

コンビーナ:林 武司(秋田大学教育文化学部)

[AHW25-P01] 流域水資源管理に求められる広域地下水流動評価

*林 武司[1]、宮越 昭暢[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.秋田大学教育文化学部、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P02] 流域水資源管理に求められる地下水モニタリングー首都圏既設観測井網を活用した地下水開発の影響評価ー

*宮越 昭暢[1]、林 武司[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門、2.秋田大学教育文化学部、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P03] STORMWATER DRAINAGE SYSTEM OF AN INDIAN TOWN: WHETHER SUSTAINABLE?

*Rajesh Kumar Vishwakarma[1]、Dr. Himanshu Joshi[1] (1.Indian Institute of Technology, Roorkee)

[AHW25-P04] Using a genetic algorithm to investigate the spatial arrangement of low impact development facilities: a case study of National Taiwan University campus.

*Chung-Yuan Liang[1]、Gene Jiing-yun You[1] (1.National Taiwan University)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[A-HW25] 都市域の水環境と地質

コンビーナ:林 武司(秋田大学教育文化学部)

[AHW25-P01] 流域水資源管理に求められる広域地下水流動評価

*林 武司[1]、宮越 昭暢[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.秋田大学教育文化学部、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P02] 流域水資源管理に求められる地下水モニタリングー首都圏既設観測井網を活用した地下水開発の影響評価ー

*宮越 昭暢[1]、林 武司[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門、2.秋田大学教育文化学部、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P03] STORMWATER DRAINAGE SYSTEM OF AN INDIAN TOWN: WHETHER SUSTAINABLE?

*Rajesh Kumar Vishwakarma[1]、Dr. Himanshu Joshi[1] (1.Indian Institute of Technology, Roorkee)

[AHW25-P04] Using a genetic algorithm to investigate the spatial arrangement of low impact development facilities: a case study of National Taiwan University campus.

*Chung-Yuan Liang[1]、Gene Jiing-yun You[1] (1.National Taiwan University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | 104 1F

[A-CG33] 中緯度海洋と大気

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、佐々木 克徳(Hokkaido University)、西川 はつみ(北海道大学低温科学研究所)、大石 俊(名古屋大学　宇宙地球環境研究所　陸域海洋圏生態研究部)、座長:西井 和晃(三重大学)

13:45 ~ 14:05

[ACG33-01] Gulf Stream and Kuroshio are synchronized

★Invited Papers

*神山 翼[1]、三浦 裕亮[1]、木戸 晶一郎[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

14:05 ~ 14:20

[ACG33-02] A study on mixed layer depth variability in the Kuroshio Extension region based on a frontal Ekman model

*東塚 知己[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

14:20 ~ 14:35

[ACG33-03] Mechanisms of Reemergence in the North Pacific revealed by Mixed Layer Heat Budget Analysis

*村田 壱学[1]、木戸 晶一郎[1]、東塚 知己[1] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻大気海洋講座)

14:35 ~ 14:50

[ACG33-04] Formation mechanism for the North Pacific Transition domain SST and SSS fronts

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、奥西 武[2]、伊藤 進一[3]、和川 拓[4]、長谷川 大介[2]、美山 透[5]、金子 仁[2] (1.北海道大学　低温科学研究所、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.東京大学　大気海洋研究所、4.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　日本海区水産研究所、5.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

14:50 ~ 15:10

[ACG33-05] Impact of the Kuroshio front on frontal structure of an extratropical cyclone associated with heavy precipitation

★Invited Papers

*平田 英隆[1]、川村 隆一[2]、吉岡 真由美[1]、野中 正見[3]、坪木 和久[1] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2.九州大学　大学院理学研究院、3.海洋研究開発機構　アプリケーションラボ)

15:10 ~ 15:15

[ACG33-06] Discussion on future studies on the role of midlatitude oceans

*西井 和晃[1] (1.三重大学大学院生物資源学研究科)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | 104 1F

[A-CG33] 中緯度海洋と大気

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、佐々木 克徳(Hokkaido University)、西川 はつみ(北海道大学低温科学研究所)、大石 俊(名古屋大学　宇宙地球環境研究所　陸域海洋圏生態研究部)、座長:大石 俊

15:30 ~ 15:45

[ACG33-07] Intra-seasonal variability of oceanic low-level cloud in summertime North Pacific and its interaction with sea surface temperature

★Invited Papers

*高橋 直也[1]、早坂 忠裕[1] (1.東北大学理学研究科地球物理学専攻大気海洋変動観測研究センター)

15:45 ~ 16:00

[ACG33-08] **Sea surface temperature trend in the East China Sea during the 20th century simulated by a regional ocean model**

*佐々木 克徳[1]、梅田 千智[1] (1.北海道大学)

16:00 ~ 16:15

[ACG33-09] Kuroshio Extension and Gulf Stream's influences on the variability of near-surface baroclinicity and the associated atmospheric fields

★Invited Papers

*田口 文明[1]、西井 和晃[2]、中村 尚[1,3] (1.東京大学　先端科学技術研究センター、2.三重大学　生物資源学部、3.海洋研究開発機構　アプリケーションラボ)

16:15 ~ 16:30

[ACG33-10] Baroclinic Annular Mode in the Southern Hemisphere: Its Reproducibility and Sensitivity to Ocean Fronts assessed in Aqua-Planet Experiments

*中山 盛雄[1]、水越 正敏[1]、中村 尚[1]、小坂 優[1]、田口 文明[1]、森 正人[1]、小川 史明[2] (1.東京大学先端科学技術研究センター、2.ベルゲン大学)

16:30 ~ 16:45

[ACG33-11] **Hydro-climatic variation in northwestern China and its multi-decadal to multi-centennial teleconnection with the Pacific Ocean**

*Harry F Lee[1] (1.The Chinese University of Hong Kong)

16:45 ~ 17:00

[ACG33-12] Atmospheric zonal-mean meridional circulation and midlatitude oceanic fronts

*西井 和晃[1]、田口 文明[2]、中村 尚[2] (1.三重大学大学院生物資源学研究科、2.東京大学先端科学技術研究センター)

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[A-CG33] 中緯度海洋と大気

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、佐々木 克徳(Hokkaido University)、西川 はつみ(北海道大学低温科学研究所)、大石 俊(名古屋大学　宇宙地球環境研究所　陸域海洋圏生態研究部)

[ACG33-P01] 粒子追跡法を用いた北太平洋亜寒帯境界における海水交換の解析

*芦田 隼人[1]、三寺 史夫[2]、西川 はつみ[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学低温科学研究所)

[ACG33-P02] オブダクションが海洋混合層に与える影響の評価

*川合 義美[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[ACG33-P03] Influence of the interannual-scale Bering Sea ice variation on cold air outbreaks

*飯田 瑞生[1]、杉本 周作[1]、利雄 須賀[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻地球環境物理学講座)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[H-DS11] Subaqueous Landslides and Their Anthropogenic Impact for Coastal Regions

コンビーナ:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)

[HDS11-P01] Deformed sediment gravity flow deposits associated with bypassing slides:an example from the Miocene Ushikiri Formation, Southwest Japan

*小林 未季[1]、酒井 哲弥[2] (1.日本工営株式会社、2.島根大学総合理工学部)

[HDS11-P02] 四国沖大陸棚斜面の海底地すべり調査と津波計算

*権 容大[1]、馬場 俊孝[1]、松野 哲男、林 美鶴、市原 寛 (1.徳島大学大学院)

[HDS11-P03] 八代海南部における白鳳丸KH-18-3次研究航海で採取された堆積物コアの物性から推定される堆積環境

*堀 航喜[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸K-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P04] 「白鳳丸」KH-18-3次研究航海で採取された八代海の堆積物コア試料のベーンせん断強さと帯磁率

*北村 有迅[1]、影山 遼[2]、山﨑 楓[2]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者 (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.鹿児島大学理学部地球環境科学科)

[HDS11-P05] Identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements: Hakuho-maru KH-18-3 Cruise, Yatsushiro Sea, Western Kyushu, Japan

*後藤 滝弥[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.東京大学大気海洋研究所、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P06] Revised columnar section based on grain size distribution analysis of samples from Hakuho-maru KH-18-3 in Yatsushiro sea

*池端 雄太[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海乗船研究者 Family (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[H-DS11] Subaqueous Landslides and Their Anthropogenic Impact for Coastal Regions

コンビーナ:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)

[HDS11-P01] Deformed sediment gravity flow deposits associated with bypassing slides:an example from the Miocene Ushikiri Formation, Southwest Japan

*小林 未季[1]、酒井 哲弥[2] (1.日本工営株式会社、2.島根大学総合理工学部)

[HDS11-P02] 四国沖大陸棚斜面の海底地すべり調査と津波計算

*権 容大[1]、馬場 俊孝[1]、松野 哲男、林 美鶴、市原 寛 (1.徳島大学大学院)

[HDS11-P03] 八代海南部における白鳳丸KH-18-3次研究航海で採取された堆積物コアの物性から推定される堆積環境

*堀 航喜[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸K-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P04] 「白鳳丸」KH-18-3次研究航海で採取された八代海の堆積物コア試料のベーンせん断強さと帯磁率

*北村 有迅[1]、影山 遼[2]、山﨑 楓[2]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者 (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.鹿児島大学理学部地球環境科学科)

[HDS11-P05] Identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements: Hakuho-maru KH-18-3 Cruise, Yatsushiro Sea, Western Kyushu, Japan

*後藤 滝弥[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.東京大学大気海洋研究所、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P06] Revised columnar section based on grain size distribution analysis of samples from Hakuho-maru KH-18-3 in Yatsushiro sea

*池端 雄太[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海乗船研究者 Family (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

15:30 ~ 17:00 | 201B 2F

[H-DS11] Subaqueous Landslides and Their Anthropogenic Impact for Coastal Regions

コンビーナ:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、座長:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、宇都宮 正志(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門層序構造研究グループ)、山田 泰広(JAMSTEC)

15:30 ~ 15:45

[HDS11-01] 北海道南部沖日高舟状海盆を埋積する海底地すべり堆積物の分布と堆積学的特徴ーとくに第四系最上部の地すべり堆積体についてー

*荒戸 裕之[1] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科)

15:45 ~ 16:00

[HDS11-02] Origin and distribution of mass-transport deposits in the Pleistocene forearc basin, central Japan, deduced from tephro- and biostratigraphy

*宇都宮 正志[1]、山本 由弦[2]、水野 清秀[1] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.海洋研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[HDS11-03] Physico-chemical properties of sediment cores from Yatsushiro Sea, western Kyushu

*北村 有迅[1]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、影山 遼[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[1]、山﨑 楓[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者 (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.鹿児島大学理学部地球環境科学科)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[H-DS12] Advanced Remote Sensing toward Mega-Disaster Response

コンビーナ:栄珠 郭(水災害リスクマネジメント国際センター)、竹内 渉(東京大学生産技術研究所)

[HDS12-P01] Satellite-based assessment of electricity restoration efforts in Puerto Rico after Hurricane Maria

*Miguel O Roman[1]、Eleanor Stokes[2,3]、Zhuosen Wang[2,3]、Virginia Kalb[3]、Ranjay Shrestha[4,3] (1.Earth from Space Institute, Universities Space Research Association、2.Earth System Science Interdisciplinary Center, University of Maryland、3.NASA Goddard Space Flight Center、4.Science Systems and Applications, Inc)

[HDS12-P02] **Flood inundation forecasting coupled with in-situ water level and satellite data**

*Young-Joo Kwak[1]、Jonggeol Park[2]、Wataru Takeuchi[3] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management、2.Tokyo University of Information and Sciences、3.University of Tokyo)

[HDS12-P03] バングラデッシュ海岸域における水害長期モニタリング
★招待講演

*朴 鍾杰[1]、栄珠 郭[2] (1.東京情報大学、2.土木研究所)

[HDS12-P04] Automatic shoreline detection and coastal change detection using multiple satellite data in Bangladesh

*Young-Joo Kwak[1] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[H-DS12] Advanced Remote Sensing toward Mega-Disaster Response

コンビーナ:栄珠 郭(水災害リスクマネジメント国際センター)、竹内 渉(東京大学生産技術研究所)

[HDS12-P01] Satellite-based assessment of electricity restoration efforts in Puerto Rico after Hurricane Maria

*Miguel O Roman[1]、Eleanor Stokes[2,3]、Zhuosen Wang[2,3]、Virginia Kalb[3]、Ranjay Shrestha[4,3] (1.Earth from Space Institute, Universities Space Research Association、2.Earth System Science Interdisciplinary Center, University of Maryland、3.NASA Goddard Space Flight Center、4.Science Systems and Applications, Inc)

[HDS12-P02] **Flood inundation forecasting coupled with in-situ water level and satellite data**

*Young-Joo Kwak[1]、Jonggeol Park[2]、Wataru Takeuchi[3] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management、2.Tokyo University of Information and Sciences、3.University of Tokyo)

[HDS12-P03] バングラデッシュ海岸域における水害長期モニタリング
★招待講演

*朴 鍾杰[1]、栄珠 郭[2] (1.東京情報大学、2.土木研究所)

[HDS12-P04] Automatic shoreline detection and coastal change detection using multiple satellite data in Bangladesh

*Young-Joo Kwak[1] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

10:45 ~ 12:15 | 106 1F

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)、座長:石丸 聡

10:45 ~ 11:00

[HDS14-01] **2018年北海道胆振東部地震における斜面崩壊の発生場**

*石丸 聡[1]、廣瀬 亘[1]、川上 源太郎[1]、高橋 良[1]、加瀬 善洋[1]、輿水 健一[1]、小安 浩理[1]、千木良 雅弘[2]、田近 淳[3] (1.北海道立総合研究機構 地質研究所、2.京都大学防災研究所、3.株式会社　ドーコン)

11:00 ~ 11:15

[HDS14-02] 2018年北海道胆振東部地震による降下火砕物の地すべりの形態と被害

*田近 淳[1]、雨宮 和夫[2]、千木良 雅弘[3]、石丸 聡[4]、小池 明夫[1]、金 秀俊[1]、木崎 健治[5]、山根 幹生[6] (1.株式会社ドーコン、2.防災地質工業株式会社、3.京都大学防災研究所、4.北海道立総合研究機構地質研究所、5.きざき技術士事務所、6.有限会社テレリサーチ)

11:15 ~ 11:30

[HDS14-03] 平成30年7月豪雨，および北海道胆振東部地震で発生した崩壊における斜面切土の影響

*永田 秀尚[1] (1.有限会社風水土)

11:30 ~ 11:45

[HDS14-04] 伊豆大島南西部における地質時代の斜面崩壊

*鈴木 毅彦[1]、千木良 雅弘[2] (1.首都大学東京都市環境学部、2.京都大学防災研究所)

11:45 ~ 12:00

[HDS14-05] 赤谷西地区の岩盤クリープ斜面における孔内傾斜計によるひずみ速度の観測

*木下 篤彦[1,2]、田中 健貴[2]、桜井 亘[1]、内田 太郎[1]、林 幸一郎[3]、窪田 安打[3]、河戸 克志[4] (1.国土交通省国土技術政策総合研究所、2.国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、3.応用地質株式会社、4.大日本コンサルタント株式会社)

12:00 ~ 12:15

[HDS14-06] 広域における３次元比抵抗データを用いた地震時斜面崩壊の発生場の評価

*坂井 佑介[1]、内田 太郎[1]、藤原 康正[2] (1.国土技術政策総合研究所、2.株式会社エイト日本技術開発)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

13:45 ~ 15:15 | 106 1F

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)、座長:千木良 雅弘、内田 太郎

13:45 ~ 14:00

[HDS14-07] 豪雨による表層崩壊および土石流の予測と動的ハザードマッピング

*松四 雄騎[1] (1.京都大学防災研究所 地盤災害研究部門 山地災害環境分野)

14:00 ~ 14:30

[HDS14-08] 土壌雨量指数と土砂災害警戒判定メッシュ情報

★招待講演

*岡田 憲治[1] (1.気象庁)

14:30 ~ 15:00

[HDS14-09] 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策の方向性

★招待講演

*國友 優[1,2,3,4]、瀧口 茂隆[1,2,3,4]、赤澤 史顕[1,2,3,4]、今井 一之[1,2,3,4] (1.国土交通省、2.水管理・国土保全局、3.砂防部、4.砂防計画課)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)

[HDS14-P01] 紀伊山地における^{14}C年代測定による深層崩壊発生頻度の推定

★招待講演

*田中 健貴[1]、小竹 利明[1]、菅原 寛明[1]、木下 篤彦[1]、小川内 良人[2]、藤原 美波[2] (1.国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、2.国土防災技術株式会社)

[HDS14-P02] 阿蘇カルデラ北西部，後期更新世の蛇の尾火山における層序と約4000年前の斜面崩壊

*平田 康人[1]、上田 圭一[1]、宮脇 理一郎[2]、家村 克敏[2]、横山 俊高[2]、宮脇 明子[2] (1.一般財団法人電力中央研究所、2.阪神コンサルタンツ)

[HDS14-P03] 決定木による2017年九州北部豪雨災害時の崩壊発生要因の解析

*大丸 裕武[1]、村上 亘[1]、鶴崎 幸[2] (1.国立研究開発法人森林総合研究所、2.福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター)

[HDS14-P04] 平成30年7月豪雨による愛媛県宇和島市周辺の岩盤崩壊の地質学的特徴

*山崎 新太郎[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P05] 平成30年7月豪雨時に発生した真備町の堤防破堤メカニズムについて

*王 功輝[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P06] ネパールSun Kosi川支川流域におけるSAR干渉画像による地すべり性地表変動の検出

*大竹 俊兵[1]、佐藤 浩[1] (1.日本大学文理学部)

[HDS14-P07] 2018年インドネシア　スラウェシ島の地震によって発生した大規模流動化現象

*小俣 雅志[1]、足立 敏之[2]、山越 隆雄[3]、松井 健一[4]、岩松 敏男[1]、高岸 且[1]、本島 千帆[1]、奥泉 優[1]、和田 湖人[1] (1.株式会社パスコ、2.自民党参議院議員、3.砂防・地すべりセンター、4.足立敏之事務所)

[HDS14-P08] **干渉SAR解析によって捉えられた2018年北海道胆振東部地震に伴う札幌市内の被害状況と地形の関係性**

*横田 彰宏[1]、西村 智博[2]、重野 聖之[1]、本田 謙一[2]、向山 栄[2] (1.明治コンサルタント株式会社、2.国際航業株式会社)

[HDS14-P09] 衛星干渉SAR解析に基づく2018年の北海道胆振東部地震災害による地表変動と建物被害分布，および多時期のLiDAR DEMデータ解析による地表変位の抽出

*本田 謙一[1]、浅田 典親[1]、虫明 成生[1]、西村 智博[1]、向山 栄[1] (1.国際航業株式会社)

[HDS14-P10] Geological features of landslides of pyroclastic fall deposits induced by the 2018 Eastern Iburi Earthquake and other previous earthquakes

*千木良 雅弘[1]、田近 淳[3]、石丸 聡[2]、鈴木 毅彦[4] (1.京都大学防災研究所、2.北海道総合研究所　地質研究所、3.株式会社ドーコン、4.首都大学東京)

[HDS14-P11] **地震観測に基づく奈良県十津川村山地の地震動特性ー地震による崩壊の基礎研究ー**

*飯田 智之[1]、山田 隆二[1]、先名 重樹[1]、徳井 秀光[2]、小野寺 哲也[2]、川邊 洋 (1.防災科学技術研究所、2.テクニカルリンク株式会社)

[HDS14-P12] 2011年台風12号により発生した崩壊における地形的特徴と地すべり発達過程に関する検討

*菊地 輝行[1]、秦野 輝儀[2]、西山 哲[3] (1.株式会社開発設計コンサルタント、2.電源開発株式会社、3.岡山大学大学院)

[HDS14-P13] 大規模崩壊の予兆である「斜面の膨らみ」の形成機構

*吉村 辰朗[1] (1.第一復建株式会社)

[HDS14-P14] 関東山地三峰地域における線状凹地を埋積する堆積物

*益子 将和[1]、千木良 雅弘[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)

[HDS14-P01] 紀伊山地における^{14}C年代測定による深層崩壊発生頻度の推定

★招待講演

*田中 健貴[1]、小竹 利明[1]、菅原 寛明[1]、木下 篤彦[1]、小川内 良人[2]、藤原 美波[2] (1.国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、2.国土防災技術株式会社)

[HDS14-P02] 阿蘇カルデラ北西部，後期更新世の蛇の尾火山における層序と約4000年前の斜面崩壊

*平田 康人[1]、上田 圭一[1]、宮脇 理一郎[2]、家村 克敏[2]、横山 俊高[2]、宮脇 明子[2] (1.一般財団法人電力中央研究所、2.阪神コンサルタンツ)

[HDS14-P03] 決定木による2017年九州北部豪雨災害時の崩壊発生要因の解析

*大丸 裕武[1]、村上 亘[1]、鶴崎 幸[2] (1.国立研究開発法人森林総合研究所、2.福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター)

[HDS14-P04] 平成30年7月豪雨による愛媛県宇和島市周辺の岩盤崩壊の地質学的特徴

*山崎 新太郎[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P05] 平成30年7月豪雨時に発生した真備町の堤防破堤メカニズムについて

*王 功輝[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P06] ネパールSun Kosi川支川流域におけるSAR干渉画像による地すべり性地表変動の検出

*大竹 俊兵[1]、佐藤 浩[1] (1.日本大学文理学部)

[HDS14-P07] 2018年インドネシア　スラウェシ島の地震によって発生した大規模流動化現象

*小俣 雅志[1]、足立 敏之[2]、山越 隆雄[3]、松井 健一[4]、岩松 敏男[1]、高岸 且[1]、本島 千帆[1]、奥泉 優[1]、和田 湖人[1] (1.株式会社パスコ、2.自民党参議院議員、3.砂防・地すべりセンター、4.足立敏之事務所)

[HDS14-P08] **干渉SAR解析によって捉えられた2018年北海道胆振東部地震に伴う札幌市内の被害状況と地形の関係性**

*横田 彰宏[1]、西村 智博[2]、重野 聖之[1]、本田 謙一[2]、向山 栄[2] (1.明治コンサルタント株式会社、2.国際航業株式会社)

[HDS14-P09] 衛星干渉SAR解析に基づく2018年の北海道胆振東部地震災害による地表変動と建物被害分布，および多時期のLiDAR DEMデータ解析による地表変位の抽出

*本田 謙一[1]、浅田 典親[1]、虫明 成生[1]、西村 智博[1]、向山 栄[1] (1.国際航業株式会社)

[HDS14-P10] Geological features of landslides of pyroclastic fall deposits induced by the 2018 Eastern Iburi Earthquake and other previous earthquakes

*千木良 雅弘[1]、田近 淳[3]、石丸 聡[2]、鈴木 毅彦[4] (1.京都大学防災研究所、2.北海道総合研究所　地質研究所、3.株式会社ドーコン、4.首都大学東京)

[HDS14-P11] **地震観測に基づく奈良県十津川村山地の地震動特性ー地震による崩壊の基礎研究ー**

*飯田 智之[1]、山田 隆二[1]、先名 重樹[1]、徳井 秀光[2]、小野寺 哲也[2]、川邊 洋 (1.防災科学技術研究所、2.テクニカルリンク株式会社)

[HDS14-P12] 2011年台風12号により発生した崩壊における地形的特徴と地すべり発達過程に関する検討

*菊地 輝行[1]、秦野 輝儀[2]、西山 哲[3] (1.株式会社開発設計コンサルタント、2.電源開発株式会社、3.岡山大学大学院)

[HDS14-P13] 大規模崩壊の予兆である「斜面の膨らみ」の形成機構

*吉村 辰朗[1] (1.第一復建株式会社)

[HDS14-P14] 関東山地三峰地域における線状凹地を埋積する堆積物

*益子 将和[1]、千木良 雅弘[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | 301B 3F

[H-CG26] デルタとエスチュアリー：複雑な河口システムへの学際的取り組み

コンビーナ:齋藤 文紀(島根大学エスチュアリー研究センター)、Guan-Hong Lee(Inha University)、David L Dettman(University of Arizona)、堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)、座長:Yoshiki Saito(Shimane Univ/GSJ, AIST)、David Dettman(University of Arizona)

13:45 ~ 14:15

[HCG26-01] Recent Changes of the Asian Major Deltas

★Invited Papers

*Paul Liu[1] (1.North Carolina State University Raleigh)

14:15 ~ 14:30

[HCG26-02] **Matching trends in channel width, sinuosity, and depth along the fluvial to marine transition zone of tide-dominated river deltas: the need for a revision of depositional and hydraulic models**

★Invited Papers

*Marcello Gugliotta[1]、Yoshiki Saito[1] (1.Shimane University)

14:30 ~ 14:45

[HCG26-03] **Effects of an Estuarine Dam on Sediment Flux Mechanisms in a Macrotidal Estuary**

Steven Miguel Figueroa[1]、*Guan-Hong Lee[1] (1.Inha University)

14:45 ~ 15:00

[HCG26-04] **Late Pleistocene sedimentary evolution of the north Jiangsu coastal plain revealed by OSL dating based chronostratigraphy**

*Lei Gao[1]、Hao Long[1]、Ping Zhang[2]、Toru Tamura[3,4]、Ji Shen[1] (1.Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS,China、2.Geological Survey of Jiangsu Province (GSJP), Key Lab of EFGD, Ministry of LR, China、3.Geological Survey of Japan (GSJ), AIST、4.Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo)

15:00 ~ 15:15

[HCG26-05] The sedimentary environments and provenance of the late Quaternary sediments, in South Yellow Sea shelf, eastern China

*Yong Yin[1] (1.School of Geography and Ocean Science, Nanjing University)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-CG26] デルタとエスチュアリー：複雑な河口システムへの学際的取り組み

コンビーナ:齋藤 文紀(島根大学エスチュアリー研究センター)、Guan-Hong Lee(Inha University)、David L Dettman(University of Arizona)、堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)

[HCG26-P01] Deltafront Clinoform of Abandoned Yellow River Delta in Jiangsu Province, China

*LIANGYONG ZHOU[1] (1.Qingdao Institute of Marine Geology China Geological Survey)

[HCG26-P02] Holocene evolution and Anthropocene destruction of the Krishna delta, east coast of India: delta lobe shifts, human impact, and sea-level history

Kakani Nageswara Rao[2]、*Yoshiki Saito[1]、K.Ch.V. Nagakumar[4]、Sumiko Kubo[3]、Shilpa Pandey[5]、 Zhen Li[6]、G. Demudu[2]、A.S. Rajawat[7] (1.Estuary Research Center, Shimane University、2.Andhra University、3.Waseda University、4.Centre for Water Resources and Management、5.Birbal Sahni Institute of Palaeosciences、6.University of Victoria、7.Space Applications Centre)

[HCG26-P03] 日本周辺の完新統中の海生生物遺体と陸生植物の放射性炭素年代値の差異

*中西 利典[1,2]、七山 太[3,4]、卜部 厚志[5]、堀 和明[6]、ホン ワン[7] (1.京都大学、2.日本原子力研究開発機構、3.産業技術総合研究所、4.熊本大学、5.新潟大学、6.名古屋大学、7.KIGAM)

[HCG26-P04] Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

*Jun-Ho Lee[1]、Han Jun Woo[1]、Hoi-Soo Jung[1]、Chan Mi Park[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[HCG26-P05] Tidal changes at Asian deltas in response to future sea-level rise

*上原 克人[1] (1.九州大学)

[HCG26-P06] **A governing equation of non-deltaic transgressive profile: 2D numerical simulation and flume experiments**

*Junhui Wang[1,2,3]、Tetsuji Muto[3] (1.China University of Petroleum (Beijing)、2.State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China、3.Nagasaki University)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-CG26] デルタとエスチュアリー：複雑な河口システムへの学際的取り組み

コンビーナ:齋藤 文紀(島根大学エスチュアリー研究センター)、Guan-Hong Lee(Inha University)、David L Dettman(University of Arizona)、堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)

[HCG26-P01] Deltafront Clinoform of Abandoned Yellow River Delta in Jiangsu Province, China

*LIANGYONG ZHOU[1] (1.Qingdao Institute of Marine Geology China Geological Survey)

[HCG26-P02] Holocene evolution and Anthropocene destruction of the Krishna delta, east coast of India: delta lobe shifts, human impact, and sea-level history

Kakani Nageswara Rao[2]、*Yoshiki Saito[1]、K.Ch.V. Nagakumar[4]、Sumiko Kubo[3]、Shilpa Pandey[5]、 Zhen Li[6]、G. Demudu[2]、A.S. Rajawat[7] (1.Estuary Research Center, Shimane University、2.Andhra University、3.Waseda University、4.Centre for Water Resources and Management、5.Birbal Sahni Institute of Palaeosciences、6.University of Victoria、7.Space Applications Centre)

[HCG26-P03] 日本周辺の完新統中の海生生物遺体と陸生植物の放射性炭素年代値の差異

*中西 利典[1,2]、七山 太[3,4]、卜部 厚志[5]、堀 和明[6]、ホン ワン[7] (1.京都大学、2.日本原子力研究開発機構、3.産業技術総合研究所、4.熊本大学、5.新潟大学、6.名古屋大学、7.KIGAM)

[HCG26-P04] Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

*Jun-Ho Lee[1]、Han Jun Woo[1]、Hoi-Soo Jung[1]、Chan Mi Park[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[HCG26-P05] Tidal changes at Asian deltas in response to future sea-level rise

*上原 克人[1] (1.九州大学)

[HCG26-P06] **A governing equation of non-deltaic transgressive profile: 2D numerical simulation and flume experiments**

*Junhui Wang[1,2,3]、Tetsuji Muto[3] (1.China University of Petroleum (Beijing)、2.State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China、3.Nagasaki University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | 301B 3F

[H-CG27] 混濁流:発生源から堆積物・地形形成まで

コンビーナ:横川 美和(大阪工業大学情報科学部)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、泉 典洋(北海道大学大学院工学研究院)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:横川 美和(大阪工業大学)、泉 典洋(北海道大学)

9:00 ~ 9:15

[HCG27-01] Inverse analysis of turbidity currents using two dimensional shallow water model

*成瀬 元[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

9:15 ~ 9:30

[HCG27-02] 深度学習によるタービダイト逆解析手法の実験的検証

*Cai Zhirong[1]、成瀬 元[1]、姚 奇峰[1] (1.京都大学)

9:30 ~ 9:45

[HCG27-03] Conditions for development of depositional submarine channels: examination by flume experiments

*Justine Poppeschi[1]、Kazushi Nakata[1]、Hajime Naruse[1] (1.Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University)

9:45 ~ 10:00

[HCG27-04] Cyclic steps formed by long-runout turbidity currents

*Zhuyuan Wu[1]、Norihiro Izumi [1] (1.Hokkaido University)

10:00 ~ 10:15

[HCG27-05] 表層堆積物の再懸濁は地震起源混濁流発生のより普遍的なメカニズムか？南海トラフ西端と日本海溝の海底コアの放射性炭素年代測定から

*池原 研[1]、金松 敏也[3]、Tobias Schwestermann[2]、喜岡 新[2]、Michael Strasser[2] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.インスブルック大学、3.海洋研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[HCG27-06] 日本海溝海溝軸の表層浅部イベント層序

*Kioka A.[1]、Schwestermann T.[1]、Moernaut J.[1]、Ikehara K.[2]、Kanamatsu T.[3]、Strasser M.[1,4] (1.インスブルック大学、2.産業技術総合研究所、3.海洋研究開発機構、4.ブレーメン大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | 301B 3F

[H-CG27] 混濁流:発生源から堆積物・地形形成まで

コンビーナ:横川 美和(大阪工業大学情報科学部)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、泉 典洋(北海道大学大学院工学研究院)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:成瀬 元(Kyoto University)、池原 研(産総研)

10:45 ~ 11:07

[HCG27-07] Canyon changes caused by an earthquake-triggered turbidity current in the 2016 M7.8 Kaikōura Earthquake, New Zealand

★Invited Papers

*Joshu J Mountjoy[1]、Jamie D Howarth[2]、Alan R Orpin[1]、Philip M Barnes[1]、David A Bowden[1]、Ashley A Rowden[1]、Alexander C. G. Schimel[1]、Caroline Holden[3]、Huw J Horgan[2]、Scott D Nodder[1]、Jayson R Patton[4]、Geoffroy Lamarche[1,5]、Matt Gerstenberger[3]、Aaron Micallef[6]、Arne Pallentin[1]、Tim Kane[1] (1.NIWA, Wellington. New Zealand、2.VUW, Wellington. New Zealand、3.GNS Science, Lower Hutt. New Zealand、4.HSU, Arcata CA. USA、5.UoA, Auckland. New Zealand、6.UoM, Msida. Malta)

11:07 ~ 11:29

[HCG27-08] Far More Prolonged Deep-sea Turbidity Currents triggered by typhoon and earthquake in the Gaoping Submarine Canyon

★Invited Papers

*Yanwei Zhang[1]、Zhifei Liu[1]、Yulong Zhao[1]、Xiaodong Zhang[1] (1.Tongji University)

11:29 ~ 11:51

[HCG27-09] **Filling the gap between turbidity current processes and products in British Columbia fjords**

★Invited Papers

*Sophie Hage[1,2,3] (1.School of Ocean and Earth Sciences, University of Southampton, United Kingdom、2.National Oceanography Centre Southampton, United Kingdom、3.Department of Geography, Durham University, United Kingdom)

11:51 ~ 12:13

[HCG27-10] **Sediment transfer from shelf to abyss through giant ganyons and valleys system in deep-sea carbonate slopes (Bahamas)**

★Invited Papers

*Thierry Mulder[1]、Hervé Gillet[1]、Vincent Hanquiez[1]、Audrey Recouvreur[1]、Kelly Fauquembergue[1]、Johan Le Goff[2]、John J.G. Reijmer[2]、Emmanuelle Ducassou[1]、Margot Joumes、Thibault Cavailhes[1]、Elsa Tournadour[5]、Jean Borgomano[3]、Emmanuelle Poli[4] (1.University of Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, Allée Geoffroy Saint Hilaire, Pessac, France、2.King Fahd Univ. of Petroleum. and Minerals, Dhahran, Saudi Arabia.、3.Aix Marseille University, CNRS, IRD, Collège de France, CEREGE, Aix-en-Provence, France.、4.Total, CSTJF, avenue Larribau, Pau, France、5.Ifremer, Centre de Brest, Plouzané)

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[H-CG27] 混濁流:発生源から堆積物・地形形成まで

コンビーナ:横川 美和(大阪工業大学情報科学部)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、泉 典洋(北海道大学大学院工学研究院)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[HCG27-P01] The Huapinghsu Canyon (SW East China Sea): morphology and sedimentary processes

*Cheng-Shing Chiang[1]、Ho-Shing Yu[2] (1.National Museum of Natural Science, Taiwan、2.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan)

[HCG27-P02] 細粒タービダイトによる南海トラフ地震履歴解明に向けた基礎的研究

*奥津 なつみ[1]、芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[HCG27-P03] Flood-induced sediment gravity-flow deposits in varved diatomites

*佐々木 華[1]、石原 与四郎[2] (1.福岡大学大学院 理学研究科、2.福岡大学 理学部)

[HCG27-P04] 兵庫県淡路島南部に分布する上部白亜系和泉層群のタービダイト砂岩にみられる平行葉理の特徴

*奥田 朱音[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[HCG27-P05] Sediment wave formation on slope base environments: an example of the Neogene Aoshima Formation, Miyazaki Prefecture, Southwest Japan

岩尾 汐莉[1]、大西 由梨[2]、*石原 与四郎[1]、横川 美和[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科地球科学分野、2.応用地質、3.大阪工業大学情報科学部)

[HCG27-P06] A flume experiment on sedimentary structures and grain size distribution of cyclic steps formed by surge-type turbidity currents

*横川 美和[1]、藤田 和紀[1]、森 勇[1]、Robert Fernandez[2]、Matt Czapiga[3]、John Berrens[4]、Jeffrey Kwang[4]、内藤 健介[4]、Gary Parker[4]、泉 典洋[5]、成瀬 元[6] (1.大阪工業大学情報科学部、2.University of Hull、3.Technical University of Delft、4.University of Illinois、5.Hokkaido University、6.Kyoto University)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

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

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)

[SGD03-P01] The Study of Sky Condition Prediction and Combination Efficiency Estimation about Multi-GNSS

*Chieh-Ting Chou[1]、Yi-Shan - Li[2]、Yen-Te - Li[1]、Wan-Yu - Yu[1] (1.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Graduate Student、2.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Assistant Professor)

[SGD03-P02] 迅速・高精度なGNSS定常解析システムの構築に関する研究（２）

*中川 弘之[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SGD03-P03] 天竜船明長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力

*勝間田 明男[1]、高森 昭光[2]、新谷 昌人[2] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SGD03-P04] レーザーひずみ計の性能評価

*高森 昭光[1]、新谷 昌人[1]、勝間田 明男[2]、森井 亙[3]、三代 浩世希[4]、大橋 正健[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象研究所、3.京都大学防災研究所、4.東京大学宇宙線研究所)

[SGD03-P05] 固体地球の流体核共鳴を含む潮汐ラブ数の算出方法

*原田 雄司[1,2]、大久保 修平[3] (1.澳門科技大学太空科学研究所月球与行星科学国家重点実験室、2.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、3.東京大学地震研究所高エネルギー素粒子地球物理学研究センター)

[SGD03-P06] Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain

*Menglin Zhao[1]、juan wang[1]、wang xu[1]、bing hu[1]、yisheng chen[1] (1.Capitai Normal University)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)

[SGD03-P01] **The Study of Sky Condition Prediction and Combination Efficiency Estimation about Multi-GNSS**

*Chieh-Ting Chou[1]、Yi-Shan - Li[2]、Yen-Te - Li[1]、Wan-Yu - Yu[1] (1.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Graduate Student、2.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Assistant Professor)

[SGD03-P02] 迅速・高精度なGNSS定常解析システムの構築に関する研究（２）

*中川 弘之[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SGD03-P03] 天竜船明長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力

*勝間田 明男[1]、高森 昭光[2]、新谷 昌人[2] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SGD03-P04] レーザーひずみ計の性能評価

*高森 昭光[1]、新谷 昌人[1]、勝間田 明男[2]、森井 亙[3]、三代 浩世希[4]、大橋 正健[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象研究所、3.京都大学防災研究所、4.東京大学宇宙線研究所)

[SGD03-P05] 固体地球の流体核共鳴を含む潮汐ラブ数の算出方法

*原田 雄司[1,2]、大久保 修平[3] (1.澳門科技大学太空科学研究所月球与行星科学国家重点実験室、2.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、3.東京大学地震研究所高エネルギー素粒子地球物理学研究センター)

[SGD03-P06] **Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain**

*Menglin Zhao[1]、juan wang[1]、wang xu[1]、bing hu[1]、yisheng chen[1] (1.Capitai Normal University)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

13:45 ~ 15:15 | 304 3F

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)、座長:小門 研亮(国土地理院)、横田 裕輔

13:50 ~ 14:05

[SGD03-01] 全球統合測地観測システム（GGOS）ワーキンググループの活動と展望

*宮原 伐折羅[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:05 ~ 14:20

[SGD03-02] Discussion

*松尾 功二[1] (1.国土地理院)

14:20 ~ 14:35

[SGD03-03] 石岡測地観測局におけるVLBI-GNSSコロケーション測量

*松本 紗歩[1]、梅井 迪子[1]、上芝 晴香[1]、栗原 忍[1]、吉川 忠男[1]、若杉 貴浩[1] (1.国土交通省　国土地理院)

14:35 ~ 14:50

[SGD03-04] 次期測地基準座標系の構築に向けた地殻変動モデルの検討

*小門 研亮[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:50 ~ 15:05

[SGD03-05] 地震・地殻変動の高精度観測のためのレーザー歪計ネットワークの構築

*新谷 昌人[1]、高森 昭光[1]、森井 亙[2]、勝間田 明男[3]、小林 昭夫[3]、伊藤 武男[4]、奥田 隆[4]、大久保 慎人[5] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所、3.気象庁気象研究所、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.高知大学教育研究部自然科学系)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

15:30 ~ 17:00 | 304 3F

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)、座長:原田 雄司(澳門科技大学)、松尾 功二

15:35 ~ 15:50

[SGD03-06] UNAVCO GNSS Data: Real-time High-rate Streams, Geodetic Earthquake Magnitudes, Cloud Computing and Future Machine Learning Frameworks

*David A Phillips[1]、Kathleen Hodgkinson[1]、David Mencin[1]、Charles Meertens[1]、Thomas Herring[2]、Walter Szeliga[3]、Timothy Melbourne[3]、Mark Murray[4]、Glen Mattioli[1]、Christine Puskas[1] (1.UNAVCO, Inc. Boulder、2.Massachusetts Institute of Technology、3.Central Washington University、4.USGS)

15:50 ~ 16:05

[SGD03-07] On application of GNSS-techniques for early tsunami warning in the Sea of Japan

*Grigorii Viktorovich Nechaev[1,2,3]、Nikolai Shestakov[2,3]、Hiroaki Takahashi[1]、Mako Ohzono[1] (1.Institute of Seismology and Volcanology, Graduate Schooll of Science, Hokkaido University、2.Far Eastern Federal University、3.Institute for Applied Mathematics FEB RAS)

16:05 ~ 16:20

[SGD03-08] アジアQZSS/IGSO測位衛星軌道における太陽合の同期生起の測定

発表キャンセル

*高橋 冨士信[1] (1.横浜国立大学 名誉教授)

16:20 ~ 16:35

[SGD03-09] オーストラリア北側の海洋での海水準変動について

*徳井 雄太[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

16:35 ~ 16:50

[SGD03-10] 地磁気観測による地球回転経年変化への示唆

*浅利 晴紀[1]、栗原 正宜[1]、森永 健司[1]、長町 信吾[1] (1.気象庁地磁気観測所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[S-SS07] Rigorous Seismicity Modelling and Hypothesis Testing

コンビーナ:庄 建倉(統計数理研究所)、Schorlemmer Danijel(GFZ German Research Centre for Geosciences)、Matt Gerstenberger(GNS Science)、鶴岡 弘(東京大学地震研究所)

[SSS07-P01] **Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan**

*Hsieh Ming-Che[1]、Yen Yin-Tung[1]、Ma Kuo-Fong[2,3] (1.Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan、2.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan、3.Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan)

[SSS07-P02] Increasing Earthquake Forecast Testability - CSEP Future Developments

*Danijel Schorlemmer[1]、Naoshi Hirata[2]、Fabrice Cotton[1]、Matt Gerstenberger[3]、Thomas Jordan[7]、Warner Marzocchi[4]、William Savran[7]、Maximilian Werner[5]、Stefan Wiemer[6]、Thomas Beutin[1]、David D Jackson[8]、Philip Maechling[7]、Sum Mak[1]、Kazuyoshi Nanjo[9]、Yosihiko Ogata[10]、David Rhoades[3]、Hiroshi Tsuruoka[2]、Graeme Weatherill[1]、Jiancang Zhuang[10] (1.GFZ German Research Centre for Geosciences、2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan、3.GNS Science, Lower Hutt, New Zealand、4.University of Naples, Naples, Italy、5.University of Bristol, Bristol, United Kingdom、6.ETH Zurich, Zurich, Switzerland、7.University of Southern California, Los Angeles, USA、8.University of California Los Angeles, Los Angeles, USA、9.University of Shizuoka, Shizuoka, Japan、10.Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa, Japan)

[SSS07-P03] Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

*Gerstenberger Matt[1]、Schorlemmer Danijel[2] (1.GNS Science、2.GFZ-Potsdam)

[SSS07-P04] An extreme value analysis of seismograms designed for early forecast of aftershocks

*澤崎 郁[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS07-P05] **Spatio-temporal clustering of successive earthquakes: data analyses of global data.**

*THYSTERE MATONDO BANTIDI[1]、Takeshi Nishimura[1] (1.Tohoku University)

[SSS07-P06] CSEPJapanにおける関東3ヶ月予測結果

*鶴岡 弘[1]、平田 直[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS07-P07] Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

熊 子瑶[2]、*庄 建倉[1]、周 仕勇[2] (1.統計数理研究所、2.北京大学)

[SSS07-P08] **Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan**

*庄 建倉[1,2]、蒔田 恵理[2] (1.統計数理研究所、2.総合大学院大学)

[SSS07-P09] New Ground Motion Prediction Equations for Western Saudi Arabia

*木内 亮太[1,2]、Walter Mooney[1]、Hani Zahran[3] (1.U.S. Geological Survey、2.京都大学防災研究所、3.Saudi Geological Survey)

[SSS07-P10] Study on the spatial and temporal change of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake, Taiwan

*TING YA LIANG[1]、Wen-Yen Chang[1,2,3]、Strong Wen[4] (1.National DONG HWA University、2.Eastern Taiwan Earthquake Research Center、3.National Center for Research on Earthquake Engineering、4.National Chung Cheng University)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[S-SS07] Rigorous Seismicity Modelling and Hypothesis Testing

コンビーナ:庄 建倉(統計数理研究所)、Schorlemmer Danijel(GFZ German Research Centre for Geosciences)、Matt Gerstenberger(GNS Science)、鶴岡 弘(東京大学地震研究所)

[SSS07-P01] **Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan**

*Hsieh Ming-Che[1]、Yen Yin-Tung[1]、Ma Kuo-Fong[2,3] (1.Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan、2.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan、3.Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan)

[SSS07-P02] Increasing Earthquake Forecast Testability - CSEP Future Developments

*Danijel Schorlemmer[1]、Naoshi Hirata[2]、Fabrice Cotton[1]、Matt Gerstenberger[3]、Thomas Jordan[7]、Warner Marzocchi[4]、William Savran[7]、Maximilian Werner[5]、Stefan Wiemer[6]、Thomas Beutin[1]、David D Jackson[8]、Philip Maechling[7]、Sum Mak[1]、Kazuyoshi Nanjo[9]、Yosihiko Ogata[10]、David Rhoades[3]、Hiroshi Tsuruoka[2]、Graeme Weatherill[1]、Jiancang Zhuang[10] (1.GFZ German Research Centre for Geosciences、2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan、3.GNS Science, Lower Hutt, New Zealand、4.University of Naples, Naples, Italy、5.University of Bristol, Bristol, United Kingdom、6.ETH Zurich, Zurich, Switzerland、7.University of Southern California, Los Angeles, USA、8.University of California Los Angeles, Los Angeles, USA、9.University of Shizuoka, Shizuoka, Japan、10.Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa, Japan)

[SSS07-P03] Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

*Gerstenberger Matt[1]、Schorlemmer Danijel[2] (1.GNS Science、2.GFZ-Potsdam)

[SSS07-P04] An extreme value analysis of seismograms designed for early forecast of aftershocks

*澤崎 郁[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS07-P05] **Spatio-temporal clustering of successive earthquakes: data analyses of global data.**

*THYSTERE MATONDO BANTIDI[1]、Takeshi Nishimura[1] (1.Tohoku University)

[SSS07-P06] CSEPJapanにおける関東3ヶ月予測結果

*鶴岡 弘[1]、平田 直[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS07-P07] Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

熊 子瑶[2]、*庄 建倉[1]、周 仕勇[2] (1.統計数理研究所、2.北京大学)

[SSS07-P08] **Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan**

*庄 建倉[1,2]、蒔田 恵理[2] (1.統計数理研究所、2.総合大学院大学)

[SSS07-P09] New Ground Motion Prediction Equations for Western Saudi Arabia

*木内 亮太[1,2]、Walter Mooney[1]、Hani Zahran[3] (1.U.S. Geological Survey、2.京都大学防災研究所、3.Saudi Geological Survey)

[SSS07-P10] Study on the spatial and temporal change of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake, Taiwan

*TING YA LIANG[1]、Wen-Yen Chang[1,2,3]、Strong Wen[4] (1.National DONG HWA University、2.Eastern Taiwan Earthquake Research Center、3.National Center for Research on Earthquake Engineering、4.National Chung Cheng University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

15:30 ~ 17:00 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-SS07] Rigorous Seismicity Modelling and Hypothesis Testing

コンビーナ:庄 建倉(統計数理研究所)、Schorlemmer Danijel(GFZ German Research Centre for Geosciences)、Matt Gerstenberger(GNS Science)、鶴岡 弘(東京大学地震研究所)、座長:Matthew Gerstenberger(GNS Science, New Zealand)、Danijel Schorlemmer(GFZ-Potsdam, Germany)

15:30 ~ 15:45

[SSS07-01] Improving medium-term earthquake forecasts by compensating the EEPAS model for the time-lag

★Invited Papers

David Rhoades[1]、Christophersen Annemarie[1]、*Matt Gerstenberger[1] (1.GNS Science)

15:45 ~ 16:00

[SSS07-02] Earthquake probability forecast incorporating non-seismic data

*Peng Han[1]、Jiancang Zhuang[2]、Yosihiko Ogata[2]、Katsumi Hattori[3] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan 、3.Chiba University, Chiba, Japan)

16:00 ~ 16:15

[SSS07-03] **Extended versions of the space-time ETAS model and application to the 2016 Kumamoto earthquake sequence**

★Invited Papers

*YICUN GUO[1]、Jiancang Zhuang[1]、Yosihiko Ogata[1] (1.The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan)

16:15 ~ 16:30

[SSS07-04] CSEP Japan の結果と今後に向けて

*平田 直[1]、鶴岡 弘[1]、Schorlemmer Danijel[3]、庄 建倉[2] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.GFZ)

16:30 ~ 16:45

[SSS07-05] From the studies of historical earthquakes to the implication of single fault to multiple fault segments ruptures in seismic hazard analysis

★招待講演

*Ma Kuo-Fong[1,2,3]、Yen Mingshen [1]、Liao Yiwun[1]、Su Henyi[2] (1.Earthquake - Disaster & Risk Evaluation and Managment (E-DREaM) Center, National Central University, Taiwan, ROC、2.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan, ROC、3.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan, ROC)

16:45 ~ 17:00

[SSS07-06] **首都圏直下の３次元高解像度地震活動予測**

★招待講演

*尾形 良彦[1,2]、桂 康一、鶴岡 弘[2]、平田 直[2] (1.大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構　統計数理研究所、2.東京大学地震研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

13:45 ~ 15:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-SS11] 地震波伝播:理論と応用

コンビーナ:西田 究(東京大学地震研究所)、白石 和也(海洋研究開発機構)、新部 貴夫(石油資源開発株式会社)、澤崎 郁(防災科学技術研究所)、座長:高橋 努(海洋研究開発機構)

13:45 ~ 14:00

[SSS11-01] 固体地球のランダム不均質構造のパワースペクトル

*佐藤 春夫[1] (1.東北大学)

14:00 ~ 14:15

[SSS11-02] Estimation of spatio-temporal changes of seismic scattering property associated with the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake from sparse modeling of seismic ambient noise CCFs

*廣瀬 郁[1]、中原 恒[1]、西村 太志[1]、Michel Campillo[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.University Grenoble Alpes, CNRS, ISTerre)

14:15 ~ 14:30

[SSS11-03] Surface roughness of the Philippine Sea plate at Nankai subduction zone

*高橋 努[1]、仲西 理子[1]、小平 秀一[1]、金田 義行[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.香川大学)

14:30 ~ 14:45

[SSS11-04] Source location of volcanic earthquakes and tremors at Sakurajima volcano based on seismic correlation

*Theodorus Permana[1]、Takeshi Nishimura[1]、Hisashi Nakahara[1] (1.Solid Earth Physics Laboratory, Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University)

14:45 ~ 15:00

[SSS11-05] **Crustal Structure Investigation in Northern Taiwan - Localized Wavefield Inversion of TAIGER T6 Wide Angle Refraction/Reflection Data**

*Fandy Adji Fachtony[1]、How-wei Chen[1] (1.Institute of Geophysics, National Central University)

15:00 ~ 15:15

[SSS11-06] バネブロックモデルのランダム性による自己組織化臨界現象とグーテンベルグ―リヒター則

*坂口 英継[1] (1.九州大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

15:30 ~ 17:00 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-SS11] 地震波伝播:理論と応用

コンビーナ:西田 究(東京大学地震研究所)、白石 和也(海洋研究開発機構)、新部 貴夫(石油資源開発株式会社)、澤崎 郁(防災科学技術研究所)、座長:西田 究(東京大学地震研究所)

15:30 ~ 15:45

[SSS11-07] Land-Atmosphere Interaction in the low-frequency seismic band and inversion for shallow elasticity structure

*Toshiro Tanimoto[1]、Jiong Wang[1] (1.Department of Earth Science, University of California, Santa Barbara, CA93106, USA)

15:45 ~ 16:00

[SSS11-08] S-netを用いた常時微動相互相関解析

*高木 涼太[1]、豊国 源知[1]、山本 希[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

16:00 ~ 16:15

[SSS11-09] 札幌市豊平区のガス爆発で発生した空振の地震計記録

*吉澤 和範[1] (1.北海道大学大学院理学研究院)

16:15 ~ 16:30

[SSS11-10] 地震波干渉法から推定された2011年新燃岳噴火に伴う地震波速度構造の時間変化

*西田 究[1]、水谷 雄太[1] (1.東京大学地震研究所)

16:30 ~ 16:45

[SSS11-11] Temporal variations of seismic velocity and azimuthal anisotropy in near-surface rock and soil at KiK-net downhole array sites

*平 貴昭[1]、Li-Wei Chen[1]、三宅 弘恵[2] (1.カリフォルニア大学バークレー校地震研究所、2.東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター／地震研究所)

16:45 ~ 17:00

[SSS11-12] Denoising Ambient Seismic Field Correlation Functions with Deep Autoencoders

*Loic Viens[1]、Chris Van Houtte[2] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.GNS Science)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:森川 信之(防災科学技術研究所)、中村 亮一(東京大学地震研究所)

9:00 ~ 9:15

[SSS13-25] **Determination of dynamic characteristics of existing buildings at various site conditions in Eskisehir, Turkey**

*Onur Kaplan[1]、Seiji Tsuno[2]、Hiroaki Yamanaka[3]、Mehmet Safa Arslan[4]、Oguz Ozel[4] (1.Eskisehir Technical University、2.Railway Technical Research Institute 、3.Tokyo Institute of Technology 、4.Istanbul University)

9:15 ~ 9:30

[SSS13-26] **ICDP DSeis 10: Near-field Observations for the M5.5 Orkney, South Africa Earthquake**

Tatsunari Yasutomi[1]、*James Mori[1]、Hiroshi Ogasawara[2] (1.Earthquake Hazards Division, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.Ritsumeikan University)

9:30 ~ 9:45

[SSS13-27] 全国地震動予測地図の地震活動モデルで表現される地震発生数

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.大崎総合研究所)

9:45 ~ 10:00

[SSS13-28] いろいろな期間の確率論的地震動予測地図と観測最大震度の比較検証

*棟田 隆元[1]、纐纈 一起[1] (1.東京大学 地震研究所)

10:00 ~ 10:15

[SSS13-29] 盆地端部における地震動特性に関する研究

浜辺 亮太[2]、*松島 信一[1]、吾妻 崇[3]、ドゥマルタン フロロン[4] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院工学研究科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所、4.フランス地質調査所)

10:15 ~ 10:30

[SSS13-30] MeSO-netのスペクトル特性（その２）－相対的増幅率による検討－

*中村 亮一[1]、鶴岡 弘[1]、加藤 愛太郎[1]、酒井 慎一[1]、平田 直[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:筧 楽麿(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、中原 恒(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座)

10:45 ~ 11:00

[SSS13-31] スラブ内, プレート境界, アウターライズ地震による東北日本の前弧側と背弧側のゆれの違いの統一的解釈

*筧 楽麿[1]、小笠原 勇[1] (1.神戸大学大学院理学研究科)

11:00 ~ 11:15

[SSS13-32] **Effect analysis of soil interlayer on seismic dynamic response and failure mode of metro station structure**

*Shuai Huang[1]、Yuejun Lyu[1]、Yanju Peng[1] (1.Institute of Crustal Dynamics,China Earthquake Administration)

11:15 ~ 11:30

[SSS13-33] **Investigation on the Applicability of V_{S30} Estimation Models for the Beijing Plain Area**

*Yi Fang、Yanju Peng、Zhijie Jiang

11:30 ~ 11:45

[SSS13-34] Early prediction of PGA and Sa using ANN

*Ting Yu Hsu[1] (1.Taiwan Tech)

11:45 ~ 12:00

[SSS13-35] 一般化パレート分布に基づく強震動加速度記録の解析

*中原 恒[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)

[SSS13-P01] 2018年北海道胆振東部地震の被害地域における微動観測および臨時地震観測

*西村 武[1]、野口 竜也[2]、小野 祐輔[2]、河野 勝宣[2]、日比 慧慎[1] (1.鳥取大学 大学院 持続性社会創生科学研究科 博士前期課程 工学専攻 社会システム土木コース、2.鳥取大学大学院 工学研究科)

[SSS13-P02] **Nonlinear site amplification for high intensity ground motions during the 2018 Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake**

*Yadab Prasad Dhakal[1]、Takashi Kunugi[1]、Takeshi Kimura[1]、Wataru Suzuki[1]、Shin Aoi[1] (1.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED))

[SSS13-P03] 平成30年北海道胆振東部地震で大震度を観測したK-NET追分およびKiK-net追分における微動アレイ探査

*古川 拓人[1]、時松 孝次[1]、大川 出[1]、田中 均[1]、元木 健太郎[2] (1.株式会社 東京ソイルリサーチ、2.株式会社 小堀鐸二研究所)

[SSS13-P04] 拡散波動場理論に基づくK-NET追分とKiK-net追分の地下構造モデルの推定：近接2地点の同時逆解析

*古家 萌子[1]、元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、古川 拓人[2] (1.株式会社小堀鐸ニ研究所、2.株式会社東京ソイルリサーチ)

[SSS13-P05] Exploration of the velocity structure model in the Mukawa town, damaged area during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*重藤 迪子[1]、高井 伸雄[2]、堀田 淳[3]、野本 真吾 [3]、前田 宜浩[4]、高橋 浩晃[2]、一柳 昌義[2]、山中 浩明[5]、地元 孝輔[5]、津野 靖士[6]、是永 将宏[6]、山田 伸之[7] (1.九州大学、2.北海道大学、3.株式会社ジオテック、4.防災科学技術研究所、5.東京工業大学、6.公益財団法人鉄道総合技術研究所、7.高知大学)

[SSS13-P06] 三次元速度構造を考慮したGreen関数と強震記録による2018年北海道胆振東部地震の震源過程

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1] (1.京都大学防災研究所)

[SSS13-P07] 強震波形記録を用いて推定された平成30年北海道胆振東部地震の震源過程

*久保 久彦[1]、鈴木 亘[1]、岩城 麻子[1]、青井 真[1]、関口 春子[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.京都大学防災研究所)

[SSS13-P08] 平成30年北海道胆振東部地震の広帯域地震動シミュレーション

*岩城 麻子[1]、森川 信之[1]、前田 宜浩[1]、久保 久彦[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P09] **波形のS波初動部分を用いた波形逆解析による熊本平野および益城町周辺の深部地盤構造の推定**

*室井 謙吾[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]、三宅 弘恵[3]、山田 伸之[4] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環/地震研究所、4.高知大学 理工学部)

[SSS13-P10] 2016年熊本地震の余震記録を用いた高周波経験的グリーンテンソル微分（EGTD）の高精度化への検討

*吉田 沙由美[1]、堀家 正則[1]、宮腰 研[2] (1.株式会社阪神コンサルタンツ、2.一般財団法人　地域　地盤　環境　研究所)

[SSS13-P11] 2016年熊本地震の余震記録のスペクトル分離解析による熊本平野の地盤増幅特性の評価

*飯田 朋美[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、篠山 大輝[8]、津野 靖士[5]、是永 将宏[5]、山田 伸之[7]、三宅 弘恵[6]、神野 達夫[3]、重藤 迪子[3]、吉見 雅行[2]、松島 信一[4]、川瀬 博[4]、浅野 公之[4]、岩田 知孝[4] (1.東京工業大学、2.産業技術総合研究所、3.九州大学、4.京都大学、5.鉄道総合技術研究所、6.東京大学、7.高知大学、8.電力中央研究所)

[SSS13-P12] 2016年4月15日熊本の地震(Mj6.4)の運動学的および動力学震源モデル

*吉田 邦一[1]、宮腰 研[1] (1.一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所)

[SSS13-P13] 曲面断層を考慮した2003年宮城県北部の地震（M_{JMA}6.4）の震源破壊過程と強震動生成域

*染井 一寛[1]、宮腰 研[1]、郭 雨佳[1] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所)

[SSS13-P14] 強震動記録を用いた2018年島根県西部の地震（Mw5.6）の震源破壊過程の推定

*倉橋 奨[1]、宮腰 研[2] (1.愛知工業大学、2.地域地盤環境研究所)

[SSS13-P15] 震源近傍の強震記録に基づくM6クラスの地震のSMGAの推定－2011年茨城県北部の地震（M6.1）を対象として－

*元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、塩田 哲生[2] (1.小堀鐸二研究所、2.四国電力)

[SSS13-P16] 地表および潜在断層地震における国内の内陸地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則の違い

*吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]、野口 竜也[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P17] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その１：地震動予測式の選定）

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.大崎総合研究所)

[SSS13-P18] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その２：地震動ハザード評価）

*宮腰 淳一[1]、森井 雄史[1]、森川 信之[2]、藤原 広行[2] (1.大崎総合研究所、2.防災科学技術研究所)

[SSS13-P19] **2018年大阪府北部地震による富士川河口断層帯周辺地域における長周期地震動のシミュレーション**

*橋本 整奈[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、是永 将宏[2]、津野 靖士[2]、三宅 弘恵[3]、先名 重樹[4] (1.東京工業大学　環境社会理工学院、2.公益財団法人　鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター/地震研究所、4.防災科学技術研究所)

[SSS13-P20] コーダ規格化法を用いた茨城県周辺域のKiK-net観測点におけるサイト増幅特性の推定

*河原 純[1]、中村 敬浩[1]、山田 卓司[1] (1.茨城大学大学院理工学研究科)

[SSS13-P21] 2014年長野県北部の地震における堀之内地区の地震動レベルの推定

*河合 亮太[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SSS13-P22] Ground type classification for strong ground motion prediction based on characteristics of phase-velocity curves from microtremor explorations

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、松山 尚典[2]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、藤原 広行[2] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P23] **地震被害推定のための地盤モデルの構築**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P24] **近年の液状化被害を踏まえた液状化被害率の検討**

*先名 重樹[1]、小澤 京子[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P25] **MeSO-net観測点における地表地震記録の推定**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P26] 微動アレイ探査における水平動成分を利用した位相速度推定手法によるラブ波抽出の可能性について－愛知県西尾市の場合

*土田 琴世[1]、堀家 正則[1]、山田 浩二[1]、末廣 匡基[1]、吉田 沙由美[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS13-P27] 東海地域における微動アレイ探査に基づく浅部地盤構造モデルの高度化

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、松山 尚典[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P28] 強震動を用いた地震波干渉法による千葉県下総地域の地震基盤構造モデルの検証

*地元 孝輔[1]、山中 浩明[1] (1.東京工業大学)

[SSS13-P29] 微動アレイ観測に基づく佐賀平野のＳ波速度構造

*吉見 雅行[1]、重藤 迪子[2]、丸山 正[1] (1.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2.九州大学大学院人間環境学研究院)

[SSS13-P30] 島根県大田市波根地区および久手地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、山口 仁、森田 悠平、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P31] 鳥取県北栄町由良地区および西園地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、留奥 勝也、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P32] ネパール・カトマンズ盆地における反射法地震探査

*小鹿 浩太[1]、川崎 悠介[1]、プラダン オム[1]、山本 正人[1]、信岡 大[1]、松原 由和[1]、松山 尚典[1]、Monika Jha[2]、Chintan Timisina[2]、Suresh Shrestha[2]、Mukunda Bhattarai[2]、Dinesh Nepali[2]、Soma Nath Sapkota[2]、三宅 弘恵[3]、纐纈 一起[3] (1.応用地質株式会社、2.ネパール産業省鉱山地質局、3.東京大学地震研究所)

[SSS13-P33] ネパール・カトマンズ盆地トリブバン国際空港近傍での広帯域微動アレイ探査

*横井 俊明[1]、林田 拓己[1]、バッタライ ムクンダ[2]、ポカレル タラ[2]、シュレスタ スレッシュ[2]、ティムシナ チンタン[2]、バッタライ シュニタ[2]、ネパリ ディネッシュ[2] (1.国立研究開発法人　建築研究所国際地震工学センター、2.ネパール産業商務省鉱山地質局)

[SSS13-P34] 小規模微動アレイ(5〜15m)によるベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市周辺の平均S波速度分布

*長 郁夫[1]、大久保 慎人[2] (1.産業技術総合研究所、2.高知大学)

[SSS13-P35] Microtremor Array Exploration in the Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

*大久保 慎人[1] (1.高知大学 教育研究部自然科学系理工学部門)

[SSS13-P36] **Turkey-Japan Joint Project on Modeling of Geological Structures for Strong Ground Motion Simulations due to Crustal Earthquakes in Eskisehir Basin, Turkey, by Using Seismic Interferometry Method**

*Mehmet Safa Arslan[1]、Kosuke Chimoto[2]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS13-P37] **Nonlinear Ground Motion Response During the 2016 Meinong Taiwan Earthquake**

*Kuo-Liang Wen[1]、Chun-Te Chen[2] (1.National Central University, Department of Earth Sciences、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[SSS13-P38] Earthquake damage of the 2017 Pohang earthquake in South Korea

*Mikyung Choi[1]、Sun-Cheon Park[1]、Dong-Hyo Sohn[1]、Seolhan You[1]、Jongsun Sun[1]、Seongheum Cho[1]、Duk-Kee Lee[1] (1. Korea Meteorological Administration)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)

[SSS13-P01] 2018年北海道胆振東部地震の被害地域における微動観測および臨時地震観測

*西村 武[1]、野口 竜也[2]、小野 祐輔[2]、河野 勝宣[2]、日比 慧慎[1] (1.鳥取大学 大学院 持続性社会創生科学研究科 博士前期課程 工学専攻 社会システム土木コース、2.鳥取大学大学院 工学研究科)

[SSS13-P02] **Nonlinear site amplification for high intensity ground motions during the 2018 Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake**

*Yadab Prasad Dhakal[1]、Takashi Kunugi[1]、Takeshi Kimura[1]、Wataru Suzuki[1]、Shin Aoi[1] (1.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED))

[SSS13-P03] 平成30年北海道胆振東部地震で大震度を観測したK-NET追分およびKiK-net追分における微動アレイ探査

*古川 拓人[1]、時松 孝次[1]、大川 出[1]、田中 均[1]、元木 健太郎[2] (1.株式会社 東京ソイルリサーチ、2.株式会社 小堀鐸二研究所)

[SSS13-P04] 拡散波動場理論に基づくK-NET追分とKiK-net追分の地下構造モデルの推定：近接2地点の同時逆解析

*古家 萌子[1]、元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、古川 拓人[2] (1.株式会社小堀鐸ニ研究所、2.株式会社東京ソイルリサーチ)

[SSS13-P05] Exploration of the velocity structure model in the Mukawa town, damaged area during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*重藤 迪子[1]、高井 伸雄[2]、堀田 淳[3]、野本 真吾 [3]、前田 宜浩[4]、高橋 浩晃[2]、一柳 昌義[2]、山中 浩明[5]、地元 孝輔[5]、津野 靖士[6]、是永 将宏[6]、山田 伸之[7] (1.九州大学、2.北海道大学、3.株式会社ジオテック、4.防災科学技術研究所、5.東京工業大学、6.公益財団法人鉄道総合技術研究所、7.高知大学)

[SSS13-P06] 三次元速度構造を考慮したGreen関数と強震記録による2018年北海道胆振東部地震の震源過程

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1] (1.京都大学防災研究所)

[SSS13-P07] 強震波形記録を用いて推定された平成30年北海道胆振東部地震の震源過程

*久保 久彦[1]、鈴木 亘[1]、岩城 麻子[1]、青井 真[1]、関口 春子[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.京都大学防災研究所)

[SSS13-P08] 平成30年北海道胆振東部地震の広帯域地震動シミュレーション

*岩城 麻子[1]、森川 信之[1]、前田 宜浩[1]、久保 久彦[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P09] **波形のS波初動部分を用いた波形逆解析による熊本平野および益城町周辺の深部地盤構造の推定**

*室井 謙吾[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]、三宅 弘恵[3]、山田 伸之[4] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環/地震研究所、4.高知大学 理工学部)

[SSS13-P10] 2016年熊本地震の余震記録を用いた高周波経験的グリーンテンソル微分（EGTD）の高精度化への検討

*吉田 沙由美[1]、堀家 正則[1]、宮腰 研[2] (1.株式会社阪神コンサルタンツ、2.一般財団法人　地域　地盤　環境　研究所)

[SSS13-P11] 2016年熊本地震の余震記録のスペクトル分離解析による熊本平野の地盤増幅特性の評価

*飯田 朋美[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、篠山 大輝[8]、津野 靖士[5]、是永 将宏[5]、山田 伸之[7]、三宅 弘恵[6]、神野 達夫[3]、重藤 迪子[3]、吉見 雅行[2]、松島 信一[4]、川瀬 博[4]、浅野 公之[4]、岩田 知孝[4] (1.東京工業大学、2.産業技術総合研究所、3.九州大学、4.京都大学、5.鉄道総合技術研究所、6.東京大学、7.高知大学、8.電力中央研究所)

[SSS13-P12] 2016年4月15日熊本の地震(Mj6.4)の運動学的および動力学震源モデル

*吉田 邦一[1]、宮腰 研[1] (1.一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所)

[SSS13-P13] 曲面断層を考慮した2003年宮城県北部の地震（M_{JMA}6.4）の震源破壊過程と強震動生成域

*染井 一寛[1]、宮腰 研[1]、郭 雨佳[1] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所)

[SSS13-P14] 強震動記録を用いた2018年島根県西部の地震（Mw5.6）の震源破壊過程の推定

*倉橋 奨[1]、宮腰 研[2] (1.愛知工業大学、2.地域地盤環境研究所)

[SSS13-P15] 震源近傍の強震記録に基づくM6クラスの地震のSMGAの推定－2011年茨城県北部の地震（M6.1）を対象として－

*元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、塩田 哲生[2] (1.小堀鐸二研究所、2.四国電力)

[SSS13-P16] 地表および潜在断層地震における国内の内陸地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則の違い

*吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]、野口 竜也[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P17] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その１：地震動予測式の選定）

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.大崎総合研究所)

[SSS13-P18] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その２：地震動ハザード評価）

*宮腰 淳一[1]、森井 雄史[1]、森川 信之[2]、藤原 広行[2] (1.大崎総合研究所、2.防災科学技術研究所)

[SSS13-P19] **2018年大阪府北部地震による富士川河口断層帯周辺地域における長周期地震動のシミュレーション**

*橋本 整奈[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、是永 将宏[2]、津野 靖士[2]、三宅 弘恵[3]、先名 重樹[4] (1.東京工業大学　環境社会理工学院、2.公益財団法人　鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター/地震研究所、4.防災科学技術研究所)

[SSS13-P20] コーダ規格化法を用いた茨城県周辺域のKiK-net観測点におけるサイト増幅特性の推定

*河原 純[1]、中村 敬浩[1]、山田 卓司[1] (1.茨城大学大学院理工学研究科)

[SSS13-P21] 2014年長野県北部の地震における堀之内地区の地震動レベルの推定

*河合 亮太[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SSS13-P22] Ground type classification for strong ground motion prediction based on characteristics of phase-velocity curves from microtremor explorations

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、松山 尚典[2]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、藤原 広行[2] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P23] **地震被害推定のための地盤モデルの構築**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P24] **近年の液状化被害を踏まえた液状化被害率の検討**

*先名 重樹[1]、小澤 京子[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P25] **MeSO-net観測点における地表地震記録の推定**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P26] 微動アレイ探査における水平動成分を利用した位相速度推定手法によるラブ波抽出の可能性について－愛知県西尾市の場合

*土田 琴世[1]、堀家 正則[1]、山田 浩二[1]、末廣 匡基[1]、吉田 沙由美[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS13-P27] 東海地域における微動アレイ探査に基づく浅部地盤構造モデルの高度化

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、松山 尚典[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P28] 強震動を用いた地震波干渉法による千葉県下総地域の地震基盤構造モデルの検証

*地元 孝輔[1]、山中 浩明[1] (1.東京工業大学)

[SSS13-P29] 微動アレイ観測に基づく佐賀平野のＳ波速度構造

*吉見 雅行[1]、重藤 迪子[2]、丸山 正[1] (1.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2.九州大学大学院人間環境学研究院)

[SSS13-P30] 島根県大田市波根地区および久手地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、山口 仁、森田 悠平、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P31] 鳥取県北栄町由良地区および西園地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、留奥 勝也、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P32] ネパール・カトマンズ盆地における反射法地震探査

*小鹿 浩太[1]、川崎 悠介[1]、プラダン オム[1]、山本 正人[1]、信岡 大[1]、松原 由和[1]、松山 尚典[1]、Monika Jha[2]、Chintan Timisina[2]、Suresh Shrestha[2]、Mukunda Bhattarai[2]、Dinesh Nepali[2]、Soma Nath Sapkota[2]、三宅 弘恵[3]、纐纈 一起[3] (1.応用地質株式会社、2.ネパール産業省鉱山地質局、3.東京大学地震研究所)

[SSS13-P33] ネパール・カトマンズ盆地トリブバン国際空港近傍での広帯域微動アレイ探査

*横井 俊明[1]、林田 拓己[1]、バッタライ ムクンダ[2]、ポカレル タラ[2]、シュレスタ スレッシュ[2]、ティムシナ チンタン[2]、バッタライ シュニタ[2]、ネパリ ディネッシュ[2] (1.国立研究開発法人　建築研究所国際地震工学センター、2.ネパール産業商務省鉱山地質局)

[SSS13-P34] 小規模微動アレイ(5～15m)によるベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市周辺の平均S波速度分布

*長 郁夫[1]、大久保 慎人[2] (1.産業技術総合研究所、2.高知大学)

[SSS13-P35] Microtremor Array Exploration in the Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

*大久保 慎人[1] (1.高知大学 教育研究部自然科学系理工学部門)

[SSS13-P36] **Turkey-Japan Joint Project on Modeling of Geological Structures for Strong Ground Motion Simulations due to Crustal Earthquakes in Eskisehir Basin, Turkey, by Using Seismic Interferometry Method**

*Mehmet Safa Arslan[1]、Kosuke Chimoto[2]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS13-P37] **Nonlinear Ground Motion Response During the 2016 Meinong Taiwan Earthquake**

*Kuo-Liang Wen[1]、Chun-Te Chen[2] (1.National Central University, Department of Earth Sciences、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[SSS13-P38] Earthquake damage of the 2017 Pohang earthquake in South Korea

*Mikyung Choi[1]、Sun-Cheon Park[1]、Dong-Hyo Sohn[1]、Seolhan You[1]、Jongsun Sun[1]、Seongheum Cho[1]、Duk-Kee Lee[1] (1. Korea Meteorological Administration)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

9:00 ~ 10:30 | 304 3F

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)、座長:松野 哲男、相澤 広記

9:00 ~ 9:15

[SEM19-01] 秋田焼山，岩手山，栗駒山火山における繰り返し自然電位測定

*坂中 伸也[1]、澤田 安晶[3]、加藤 健太[2]、井上 雄介[1]、小林 拓也[1]、竹井 瑠一[1]、多田 悠也[2]、ムハンマド ファイズル ニザム ビン ザイヌディン[2]、森脇 知哉[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.秋田大学国際資源学部、3.秋田大学国際資源学部卒業（2017年度）)

9:15 ~ 9:30

[SEM19-02] ベレア砂岩と多孔質ガラスの水不飽和状態における表面伝導の評価

*梅澤 良介[1]、桂 誠[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

9:30 ~ 9:45

[SEM19-03] 動的電磁誘導により生成される地震波到達前の電磁場変動の観測波形と理論波形

*山崎 健一[1] (1.京都大学防災研究所)

9:45 ~ 10:00

[SEM19-04] Referenceデータが与える地磁気変換関数への影響について

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

10:00 ~ 10:15

[SEM19-05] 主成分分析とマルコフ連鎖モンテカルロ法によるMT法インバージョン結果の信頼性推定法

小路 久稔[1]、*後藤 忠徳[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

10:15 ~ 10:30

[SEM19-06] 海底MTアレイデータを用いた海洋上部マントルの一次元異方性電気伝導度構造の推定

*松野 哲男[1]、馬場 聖至[2]、歌田 久司[2] (1.神戸大学海洋底探査センター、2.東京大学地震研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

10:45 ~ 12:15 | 304 3F

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)、座長:相澤 広記、松野 哲男

10:45 ~ 11:00

[SEM19-07] 鬼界カルデラのMT観測データの解析

*廣瀬 時[1]、松野 哲男[2,1]、島 伸和[1,2]、沖園 雄希[4]、市原 寛[3]、杉岡 裕子[1,2]、巽 好幸[2,1] (1.神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2.神戸大学海洋底探査センター、3.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター、4.神戸大学理学部惑星学科)

11:00 ~ 11:15

[SEM19-08] Role of Fluids in the earthquake generation: The Nagamachi-Rifu reverse fault, NE Honshu, Japan

*Sabri Bulent Tank[1]、Yasuo Ogawa[2] (1.Bogazici University、2.Tokyo Institute of Technology)

11:15 ~ 11:30

[SEM19-09] 山崎断層系津山北方の断層のAudio-frequency magnetotelluric調査

*山口 覚[1]、高桑 大介[2]、三村 明[1]、福江 一輝[1]、加藤 茂弘[3]、村上 英記[4]、高倉 伸一[5] (1.大阪市立大学大学院理学研究科、2.大阪市立大学理学部、3.兵庫県立人と自然の博物館、4.高知大学教育研究部自然科学系理工学部門、5.産業総合研究所地質調査総合センター)

11:30 ~ 11:45

[SEM19-10] **2016年熊本地震震源域の比抵抗構造と震源分布の関係性**

*相澤 広記[1]、麻植 久史[2]、小池 克明[3]、高倉 伸一[4]、吉永 徹[10]、上嶋 誠[5]、小山 崇夫[5]、吉村 令慧[7]、山崎 健一[7]、小松 信太郎[7]、山下 裕亮[7]、市原 寛[9]、宇津木 充[8]、塚本 果織[12]、村松 弾[12]、手操 佳子[1,11]、内田 和也[1]、長谷 英彰[6]、志藤 あずさ[1]、松本 聡[1]、松島 健[1]、清水 洋[1] (1.九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター、2.京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 インフラ先端技術共同研究講座、3.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻 地球資源学講座・地殻環境工学分野、4.国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、5.東京大学地震研究所、6.地熱技術開発株式会社、7.京都大学防災研究所、8.京都大学火山研究センター、9.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター、10.熊本大学工学部技術部、11.気象庁鹿児島気象台、12.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

11:45 ~ 12:00

[SEM19-11] **中国・四国地方の基盤的比抵抗構造調査（2018年度）**

*塩崎 一郎[1]、宇都 智史[1]、上嶋 誠[2]、畑岡 寛[3]、池添 保雄[3]、山本 真二[3]、野口 竜也[1]、古市 大樹[4]、村山 佑樹[4]、松下 航平[4]、村上 英記[5]、大志万 直人[6]、飯尾 能久[6]、安藤 和也[7] (1.鳥取大学大学院工学研究科、2.東京大学地震研究所、3.鳥取大学技術部、4.鳥取大学工学部、5.高知大学教育研究部自然科学系、6.京都大学防災研究所、7.鳥取県立山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館)

12:00 ~ 12:15

[SEM19-12] 3次元電気比抵抗モデルでイメージされる中部・南部九州下の流体分布

*畑 真紀[1]、宗包 浩志[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3] (1.東京大学地震研究所、2.国土地理院、3.阿蘇ジオパーク推進協議会)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)

[SEM19-P01] 絶対湿度が乾燥岩石試料表面と電極間の接触抵抗に与える影響

*鈴木 健士[1]、吉村 令慧[2]、山崎 健一[2]、大志万 直人[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[SEM19-P02] IGRFを基礎とした日本周辺の地磁気変化モデル(2): 斜軸メルカトル図法上の磁場のモデル化

*小河 勉[1] (1.東京大学地震研究所)

[SEM19-P03] Examination of criteria to remove the influence of the Sq-field variations from electromagnetic field spectra for a better estimation of regional electromagnetic responses

*LI RUIBAI[1]、清水 久芳[1]、馬場 聖至[1]、歌田 久司[1] (1.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo)

[SEM19-P04] **地電流観測の長周期変動の考察**

*小関 廉[1]、藤井 郁子[1] (1.気象庁)

[SEM19-P05] Deep electrical conductivity structure of Eastern Marmara, Turkey by long period magnetotellurics

*Sabri Bulent Tank[1]、Naoto Oshiman[2]、Mustafa Karas[1]、Ryokei Yoshimura[2]、Yasuo Ogawa[3] (1.Bogazici University、2.Kyoto University、3.Tokyo Institute of Technology)

[SEM19-P06] 栗駒火山北側山腹におけるAMT観測

*小林 拓也[1]、坂中 伸也[1]、筒井 智樹[1]、ビン・ザイヌディン ムハンマッド・ファイズル・ニザム[1]、井上 雄介[1]、加藤 健太[1]、森脇 知哉[1]、多田 悠也[1]、竹井 瑠一[1] (1.秋田大学)

[SEM19-P07] 日本東北地方南部の地殻の三次元比抵抗構造

*本山 葵[1]、小川 康雄[2]、上嶋 誠[3]、浅森 浩一[4]、内田 利弘[5]、長谷 英彰[6]、小山 崇夫[3]、坂中 伸也[7]、山谷 祐介[5]、相澤 広記[8]、市來 雅啓[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東京工業大学理学院火山流体研究センター、3.東京大学地震研究所、4.独立行政法人日本原子力研究開発機構、5.産業技術総合研究所、6. 地熱技術開発（株）、7.秋田大学大学院国際資源学研究科、8.九州大学大学院理学研究院)

[SEM19-P08] 雌阿寒岳北麓におけるMT法比抵抗構造探査

*井上 智裕[1]、橋本 武志[1] (1.北海道大学理学院地震火山研究観測センター)

[SEM19-P09] Hydrothermal system of Kuttara Volcanic Group inferred from 3D resistivity modeling (2)

*田中 良[1]、早川 美土里[2]、橋本 武志[1]、神田 径[3]、森田 裕一[4]、青山 裕[1]、上嶋 誠[4] (1.北海道大学理学研究院附属地震火山研究観測センター、2.三井石油開発株式会社　地熱事業部、3.東京工業大学理学院火山流体研究センター、4.東京大学　地震研究所)

[SEM19-P10] 阿蘇火山の3次元磁化構造解析

*宇津木 充[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター)

[SEM19-P11] 楕円体圧力源によるピエゾ磁気変化（序報）

*笹井 洋一[1] (1.東海大学・海洋研究所・地震予知研究センター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)

[SEM19-P01] 絶対湿度が乾燥岩石試料表面と電極間の接触抵抗に与える影響

*鈴木 健士[1]、吉村 令慧[2]、山崎 健一[2]、大志万 直人[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[SEM19-P02] IGRFを基礎とした日本周辺の地磁気変化モデル(2): 斜軸メルカトル図法上の磁場のモデル化

*小河 勉[1] (1.東京大学地震研究所)

[SEM19-P03] Examination of criteria to remove the influence of the Sq-field variations from electromagnetic field spectra for a better estimation of regional electromagnetic responses

*LI RUIBAI[1]、清水 久芳[1]、馬場 聖至[1]、歌田 久司[1] (1.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo)

[SEM19-P04] **地電流観測の長周期変動の考察**

*小関 廉[1]、藤井 郁子[1] (1.気象庁)

[SEM19-P05] Deep electrical conductivity structure of Eastern Marmara, Turkey by long period magnetotellurics

*Sabri Bulent Tank[1]、Naoto Oshiman[2]、Mustafa Karas[1]、Ryokei Yoshimura[2]、Yasuo Ogawa[3] (1.Bogazici University、2.Kyoto University、3.Tokyo Institute of Technology)

[SEM19-P06] 栗駒火山北側山腹におけるAMT観測

*小林 拓也[1]、坂中 伸也[1]、筒井 智樹[1]、ビン・ザイヌディン ムハンマッド・ファイズル・ニザム[1]、井上 雄介[1]、加藤 健太[1]、森脇 知哉[1]、多田 悠也[1]、竹井 瑠一[1] (1.秋田大学)

[SEM19-P07] 日本東北地方南部の地殻の三次元比抵抗構造

*本山 葵[1]、小川 康雄[2]、上嶋 誠[3]、浅森 浩一[4]、内田 利弘[5]、長谷 英彰[6]、小山 崇夫[3]、坂中 伸也[7]、山谷 祐介[5]、相澤 広記[8]、市來 雅啓[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東京工業大学理学院火山流体研究センター、3.東京大学地震研究所、4.独立行政法人日本原子力研究開発機構、5.産業技術総合研究所、6. 地熱技術開発（株）、7.秋田大学大学院国際資源学研究科、8.九州大学大学院理学研究院)

[SEM19-P08] 雌阿寒岳北麓におけるMT法比抵抗構造探査

*井上 智裕[1]、橋本 武志[1] (1.北海道大学理学院地震火山研究観測センター)

[SEM19-P09] Hydrothermal system of Kuttara Volcanic Group inferred from 3D resistivity modeling (2)

*田中 良[1]、早川 美土里[2]、橋本 武志[1]、神田 径[3]、森田 裕一[4]、青山 裕[1]、上嶋 誠[4] (1.北海道大学理学研究院附属地震火山研究観測センター、2.三井石油開発株式会社　地熱事業部、3.東京工業大学理学院火山流体研究センター、4.東京大学　地震研究所)

[SEM19-P10] 阿蘇火山の3次元磁化構造解析

*宇津木 充[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター)

[SEM19-P11] 楕円体圧力源によるピエゾ磁気変化（序報）

*笹井 洋一[1] (1.東海大学・海洋研究所・地震予知研究センター)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

9:00 ~ 10:30 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、座長:Anselme Borgeaud、土屋 卓久

9:00 ~ 9:15

[SIT21-01] The role of stishovite as a deep nitrogen carrier indicated from high-pressure and high-temperature experiments

*福山 鴻[1]、鍵 裕之[1]、井上 徹[2,3]、新名 亨[3]、柿澤 翔[3]、菱田 俊一[4]、佐野 有司[5]、高畑 直人[5] (1.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、2.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、4.国立研究開発法人物質・材料研究機構、5.東京大学大気海洋研究所)

9:15 ~ 9:30

[SIT21-02] 3-D P- and S-velocity structure of the D″ layer beneath Central America and the Caribbean using waveform inversion

★Invited Papers

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2]、Kenji Kawai[1]、Robert J. Geller[1] (1.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica)

9:30 ~ 9:45

[SIT21-03] D111型高圧発生装置を用いたブリッジマナイトの一軸変形実験

★招待講演

*辻野 典秀[1]、山崎 大輔[1]、西原 遊[2] (1.岡山大学・惑星物質研究所、2.愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター)

9:45 ~ 10:00

[SIT21-04] **Waveform inversion for 3D anisotropic structure in D″ beneath the Northern Pacific: Constraints on mineralogy and flow in the lowermost mantle**

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

10:00 ~ 10:15

[SIT21-05] Maximum water solubility of bridgmanite under the Earth's lower mantle conditions

*柿澤 翔[1]、井上 徹[1,2,3]、阿部 綾太郎[1]、黒田 みなみ[4]、坂本 直哉[5]、圷本 尚義[4,5,6] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.広島大学大学院理学研究科、3.広島大学プレート収束域の物質科学研究拠点、4.北海道大学大学院理学院、5.北海道大学創成研究機構、6.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

10:15 ~ 10:30

[SIT21-06] Origin and role of lost continents

*丸山 茂徳[1]、河合 研志[2]、Gréaux Steeve[3]、土屋 卓久[3]、趙 大鵬[4] (1.東京工業大学地球生命研究所、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、3.愛媛大学、4.東北大学大学院理学研究科)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

10:45 ~ 12:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、座長:太田 健二、飯塚 理子

10:45 ~ 11:00

[SIT21-07] Thermal conductivity anomaly in spin-crossover ferropericlase under lower mantle conditions

★Invited Papers

*Zhongqing Wu[1] (1.University of Science and Technology of China)

11:00 ~ 11:15

[SIT21-08] Discussion

*太田 健二[1] (1.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

11:15 ~ 11:30

[SIT21-09] ***Ab initio*** **anharmonic lattice dynamics for Fe-bearing lower mantle minerals**

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

11:30 ~ 11:45

[SIT21-10] **Measurements of high pressure-temperature thermal conductivity of the Earth's lower mantle minerals in a laser-heated diamond anvil cell**

*太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、奥田 善之[1]、恩賀 皓太郎[1]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰生[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.産業技術総合研究所、3.東京工業大学　地球生命研究所、4.東京大学 大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

11:45 ~ 12:00

[SIT21-11] Is there evidence for a paleo-LLSVP beneath Eurasia?: Implications for the origin of the Siberian Traps

*上 翼[1]、鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻固体地球講座)

12:00 ~ 12:15

[SIT21-12] Alに富んだ無水ブリッジマナイトの存在可能組成領域

*井上 徹[1,2]、野田 昌道[2]、柿澤 翔[2] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

13:45 ~ 15:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、座長:五味 斎、飯塚 毅

13:45 ~ 14:00

[SIT21-13] Evolution of the Earth mantle and its possible interaction with core: view from olivine and its inclusions study

★Invited Papers

*Alexander V Sobolev[1]、Valentina G. Batanova[2] (1.ISTerre Institute of Earth Sciences、2.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences, Kosygina str. 19, Moscow 119991, Russia.)

14:00 ~ 14:15

[SIT21-14] Discussion

*飯塚 毅[1] (1.東京大学)

14:15 ~ 14:30

[SIT21-15] Ultralow-velocity zones possibly explained by light element-enriched iron compounds

*Liang Yuan[1]、Eiji Ohtani[1]、Xiang Wu[2]、Shengxuan Huang[3]、Daijo Ikuta[1]、Tatsuya Sakamaki[1]、Seiji Kamada[1]、Hiroshi Fukui[4,5]、Satoshi Tsutsui[6]、Hiroshi Uchiyama[6]、Daisuke Ishikawa[5,6]、Naohisa Hirao[6]、Alfred Q. R. Baron[5] (1.Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan、2.State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China、3.Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, MOE, Peking University and School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China、4.Center for Novel Material Science under Multi-Extreme Conditions, Graduate School of Material Science, University of Hyogo, Hyogo 678-1297, Japan、5.Materials Dynamics Laboratory, RIKEN SPring-8 Center, Hyogo 679-5148, Japan、6.Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI), SPring-8, Hyogo, 679-5198, Japan)

14:30 ~ 14:45

[SIT21-16] High-precision $^{142}W/^{144}W$ ratios of oceanic island basalts and Large Igneous Province basalts.

賞雅 朝子[1]、*鈴木 勝彦[1]、深海 雄介[2]、飯塚 毅[3] (1.海洋研究開発機構・海底資源研究開発センター、2.海洋研究開発機構・深海・地殻内生物圏研究分野、3.東京大学・大学院理学系研究科)

14:45 ~ 15:00

[SIT21-17] **Some technological developments in high temperature generation using KMA and precise melting/phase relations of minerals and rocks under deep mantle conditions**

*入舩 徹男[1,2]、周 佑黙[1]、有本 岳史[1]、桑原 秀治[1]、野村 龍一[3]、西 真之[1]、山口 桃子[1]、丹下 慶範[4]、栗林 貴弘[5]、劉 兆東[6] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.東京工業大学地球生命研究所、3.京都大学白眉センター/大学院人間・環境学研究科、4.高輝度光科学研究センター利用研究促進部門、5.東北大学理学研究科、6.吉林大超硬材料研究所)

15:00 ~ 15:15

[SIT21-18] Zr isotope constraints on early Earth differentiation

*飯塚 毅[1]、板野 敬太[1]、山本 伸次[2] (1.東京大学、2.横浜国立大学)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P01] 茨城県稲田花崗岩における小スケールの岩石組成変化の検討 -日本列島地殻由来の地球ニュートリノフラックスの高精度推定に向けて-

★招待講演

*上木 賢太[1]、南 一輝[2]、飯塚 毅[3]、榎本 三四郎[4]、田中 宏幸[2] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京大学地球惑星科学専攻、4.ワシントン大学)

[SIT21-P02] Towards a better estimation of the temperature distribution beneath the Japanese Islands

*田中 明子[1]、山野 誠[2]、濱元 栄起[3]、後藤 秀作[4]、松本 拓己[5] (1.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2.東京大学地震研究所、3.埼玉県 環境科学国際センター、4.産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門、5.防災科学技術研究所)

[SIT21-P03] 日本列島地殻由来の地殻ニュートリノフラックス推定への地球化学データベース利用

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、岩森 光[1,2,3] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京工業大学)

[SIT21-P04] **Viscosity of potassium titanosilicate melt at high pressure**

*鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[SIT21-P05] **Lattice thermal conductivity of wadsleyite and ringwoodite at the mantle transition zone pressures**

*木村 清二[1]、太田 健二[6]、川添 貴章[2]、廣瀬 敬[3]、鍵 裕之[4]、八木 貴志[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3.東京工業大学大学　地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設 、5.国立研究開発法人産業技術総合研究所、6.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

[SIT21-P06] In-situ X-ray observations of the olivine-spinel transformation under shear deformation: preliminary results on the reaction-induced weakening

*久保 友明[1]、森山 一哉[1]、森 悠一郎[1]、今村 公裕[1]、小泉 早苗[2]、西原 遊[3]、鈴木 昭夫[4]、肥後 祐司[5] (1.九州大学、2.東大地震研、3.愛媛大学GRC、4.東北大学、5.JASRI)

[SIT21-P07] Internally resistive heated diamond anvil cell experiments with metal encapsulated minerals

*山本 倫也[1]、太田 健二[1]、末広 翔[1]、井上 勇人[1] (1.東京工業大学)

[SIT21-P08] Shear deformation on post-spinel

*山崎 大輔[1]、辻野 典秀[1]、西原 遊[2] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P09] **Lattice thermal conductivity of $CaSiO_3$ perovskite at high pressures and high temperatures**

*恩賀 皓太郎[1]、太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰夫[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.産業技術総合研究所、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P10] **Polycrystalline diamond sintered from ultradispersed nanodiamonds**

*西 真之[1,2]、山本 幸一郎[1]、周 佑黙[1]、入舩 徹男[2,1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P11] Thermal conductivity measurements on iron and MgO periclase at high pressure and high temperature similar to the Earth's mid-lower mantle conditions

*長谷川 暉[1,2]、太田 健二[2]、八木 貴志[1]、廣瀬 敬[3,4] (1.産業技術総合研究所、2.東京工業大学、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学)

[SIT21-P12] Azimuthal anisotropy in the lowermost mantle beneath Philippine from ScS-S times

*田中 聡[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[SIT21-P13] Detailed 3-D S-velocity structure within D" at the western Pacific LLSVP margin: smaller scale plumes and paleoslabs

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1]、田中 聡[2]、Weerachai Siripuvaraporn[3]、Songkhun Boonchaisuku[3]、Noisagool Sutthipong[3]、石原 靖[2]、Taweoon Kim、宮川 幸治[4]、竹内 希[4] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.Mahidol University、4.東京大学地震研究所)

[SIT21-P14] Possible interaction between the core and mantle inferred from a core surface flow model

*松島 政貴[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

[SIT21-P15] 高温高圧条件下での金属-ケイ酸塩メルト間の希ガス分配係数の実験的決定

*田中 友崇[1]、桑原 秀治[2]、貴志 智[1]、野村 龍一[3]、三部 賢治[5]、鍵 裕之[4]、舘野 繁彦[6]、角野 浩史[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター、3.京都大学、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、5.東京大学地震研究所、6.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P16] **Measurement of T-dependent electrical resistivity of solid and liquid Fe and Pt at fixed P**

*Innocent Ezenwa[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT21-P17] Ancient, highly depleted mantle constrained by Re-Os isotope and highly-siderophile element compositions of French Polynesian xenoliths

*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、鈴木 勝彦[3]、小木曽 哲[4] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京工業大学　理学院地球惑星科学系、3.JAMSTEC　海底資源研究開発センター、4.京都大学　大学院人間・環境学研究科)

[SIT21-P18] First-principles prediction of hydrogen partitioning between the core and mantle

*大場 篤朗[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学 地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P19] Microvolume stable isotope measuremetns and its applicaiton for high-pressure high-temperature experimental run products

*Madhusoodhan Satish-Kumar[1]、Shinnosuke Aoyama[1] (1.Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University)

[SIT21-P20] Electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys at high pressure and temperature

*井上 勇人[1]、末広 翔[1]、太田 健二[1]、廣瀬 敬[2,3]、大石 泰生[4] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京工業大学地球生命研究所、3.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、4.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P21] Electrical resistivity and thermal conductivity of fcc Fe: Implications for the Mercury's core

★Invited Papers

*五味 斎[1]、芳野 極[1] (1.岡山大学)

[SIT21-P22] Lateral heterogeneity in the lowermost outer core (F layer) of the Earth revealed by seismic analyses

*大滝 壽樹[1]、金嶋 聰[2]、土屋 卓久[3] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P23] 内核の不均一成長に伴う地球外核中の流れと軽成分分布

*竹広 真一[1]、佐々木 洋平[2] (1.京都大学数理解析研究所、2.京都大学大学院理学研究科数学教室)

[SIT21-P24] Sharpness of the hemispherical boundary in the inner core beneath the northern Pacific

*入谷 良平[1]、川勝 均[1]、竹内 希[1] (1.東京大学地震研究所)

[SIT21-P25] Stable carbon isotope fractionation in Fe-C system from first principles

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P01] 茨城県稲田花崗岩における小スケールの岩石組成変化の検討 -日本列島地殻由来の地球ニュートリノフラックスの高精度推定に向けて-

★招待講演

*上木 賢太[1]、南 一輝[2]、飯塚 毅[3]、榎本 三四郎[4]、田中 宏幸[2] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京大学地球惑星科学専攻、4.ワシントン大学)

[SIT21-P02] Towards a better estimation of the temperature distribution beneath the Japanese Islands

*田中 明子[1]、山野 誠[2]、濱元 栄起[3]、後藤 秀作[4]、松本 拓己[5] (1.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2.東京大学地震研究所、3.埼玉県 環境科学国際センター、4.産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門、5.防災科学技術研究所)

[SIT21-P03] 日本列島地殻由来の地殻ニュートリノフラックス推定への地球化学データベース利用

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、岩森 光[1,2,3] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京工業大学)

[SIT21-P04] **Viscosity of potassium titanosilicate melt at high pressure**

*鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[SIT21-P05] **Lattice thermal conductivity of wadsleyite and ringwoodite at the mantle transition zone pressures**

*木村 清二[1]、太田 健二[6]、川添 貴章[2]、廣瀬 敬[3]、鍵 裕之[4]、八木 貴志[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3.東京工業大学大学　地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設 、5.国立研究開発法人産業技術総合研究所、6.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

[SIT21-P06] In-situ X-ray observations of the olivine-spinel transformation under shear deformation: preliminary results on the reaction-induced weakening

*久保 友明[1]、森山 一哉[1]、森 悠一郎[1]、今村 公裕[1]、小泉 早苗[2]、西原 遊[3]、鈴木 昭夫[4]、肥後 祐司[5] (1.九州大学、2.東大地震研、3.愛媛大学GRC、4.東北大学、5.JASRI)

[SIT21-P07] Internally resistive heated diamond anvil cell experiments with metal encapsulated minerals

*山本 倫也[1]、太田 健二[1]、末広 翔[1]、井上 勇人[1] (1.東京工業大学)

[SIT21-P08] Shear deformation on post-spinel

*山崎 大輔[1]、辻野 典秀[1]、西原 遊[2] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P09] **Lattice thermal conductivity of $CaSiO_3$ perovskite at high pressures and high temperatures**

*恩賀 皓太郎[1]、太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰夫[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.産業技術総合研究所、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P10] **Polycrystalline diamond sintered from ultradispersed nanodiamonds**

*西 真之[1,2]、山本 幸一郎[1]、周 佑黙[1]、入舩 徹男[2,1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P11] Thermal conductivity measurements on iron and MgO periclase at high pressure and high temperature similar to the Earth’s mid-lower mantle conditions

*長谷川 暉[1,2]、太田 健二[2]、八木 貴志[1]、廣瀬 敬[3,4] (1.産業技術総合研究所、2.東京工業大学、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学)

[SIT21-P12] Azimuthal anisotropy in the lowermost mantle beneath Philippine from ScS-S times

*田中 聡[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[SIT21-P13] Detailed 3-D S-velocity structure within D" at the western Pacific LLSVP margin: smaller scale plumes and paleoslabs

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1]、田中 聡[2]、Weerachai Siripuvaraporn[3]、Songkhun Boonchaisuku[3]、Noisagool Sutthipong[3]、石原 靖[2]、Taweoon Kim、宮川 幸治[4]、竹内 希[4] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.Mahidol University、4.東京大学地震研究所)

[SIT21-P14] Possible interaction between the core and mantle inferred from a core surface flow model

*松島 政貴[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

[SIT21-P15] 高温高圧条件下での金属-ケイ酸塩メルト間の希ガス分配係数の実験的決定

*田中 友崇[1]、桑原 秀治[2]、貴志 智[1]、野村 龍一[3]、三部 賢治[5]、鍵 裕之[4]、舘野 繁彦[6]、角野 浩史[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター、3.京都大学、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、5.東京大学地震研究所、6.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P16] **Measurement of T-dependent electrical resistivity of solid and liquid Fe and Pt at fixed P**

*Innocent Ezenwa[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT21-P17] Ancient, highly depleted mantle constrained by Re-Os isotope and highly-siderophile element compositions of French Polynesian xenoliths

*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、鈴木 勝彦[3]、小木曽 哲[4] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京工業大学　理学院地球惑星科学系、3.JAMSTEC　海底資源研究開発センター、4.京都大学　大学院人間・環境学研究科)

[SIT21-P18] First-principles prediction of hydrogen partitioning between the core and mantle

*大場 篤朗[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学 地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P19] Microvolume stable isotope measuremetns and its applicaiton for high-pressure high-temperature experimental run products

*Madhusoodhan Satish-Kumar[1]、Shinnosuke Aoyama[1] (1.Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University)

[SIT21-P20] Electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys at high pressure and temperature

*井上 勇人[1]、末広 翔[1]、太田 健二[1]、廣瀬 敬[2,3]、大石 泰生[4] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京工業大学地球生命研究所、3.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、4.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P21] Electrical resistivity and thermal conductivity of fcc Fe: Implications for the Mercury's core

★Invited Papers

*五味 斎[1]、芳野 極[1] (1.岡山大学)

[SIT21-P22] Lateral heterogeneity in the lowermost outer core (F layer) of the Earth revealed by seismic analyses

*大滝 壽樹[1]、金嶋 聰[2]、土屋 卓久[3] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P23] 内核の不均一成長に伴う地球外核中の流れと軽成分分布

*竹広 真一[1]、佐々木 洋平[2] (1.京都大学数理解析研究所、2.京都大学大学院理学研究科数学教室)

[SIT21-P24] Sharpness of the hemispherical boundary in the inner core beneath the northern Pacific

*入谷 良平[1]、川勝 均[1]、竹内 希[1] (1.東京大学地震研究所)

[SIT21-P25] Stable carbon isotope fractionation in Fe-C system from first principles

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

9:00 ~ 10:30 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)、座長:大坪 誠(産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)

9:00 ~ 9:15

[SGL28-01] 島根県津和野地域の舞鶴帯に産する古原生代および古生代花崗岩複合岩体の岩相とジルコンU-Pb年代

*木村 光佑[1]、早坂 康隆[1]、柴田 知之[1]、川口 健太[1]、藤原 弘士[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

9:15 ~ 9:30

[SGL28-02] 日高帯北部から得られた新しいZircon U-Pb年代とそのテクトニックな意義

*七山 太[1,5]、山崎 徹[1]、田近 淳[2]、岩野 英樹[3]、檀原 徹[3]、平田 岳史[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.（株）ドーコン、3.京都フィッショントラック(株)、4.東京大学、5.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

9:30 ~ 9:45

[SGL28-03] 日高帯中に見いだされた後期漸新世を示す海成層とそのテクトニックな意義

*七山 太[1,6]、栗田 裕司[2]、山崎 徹[1]、田近 淳[3]、岩野 英樹[4]、檀原 徹[4]、平田 岳史[5] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.新潟大学、3.（株）ドーコン、4.京都フィッショントラック(株) 、5.東京大学、6.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

9:45 ~ 10:00

[SGL28-04] 東北日本の上部白亜系前弧海盆堆積物に記録された海水準変動とテクトニクス

*有元 純[1]、高嶋 礼詩[2]、西 弘嗣[2]、折橋 裕二[3]、山中 寿朗[4] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学学術資源研究公開センター、3.弘前大学理工学部地球環境防災学科、4.東京海洋大学)

10:00 ~ 10:15

[SGL28-05] 四万十帯白亜紀セノマニアン付加体の整然相における古応力解析

*橋口 誠[1]、橋本 善孝[1] (1.高知大学)

10:15 ~ 10:30

[SGL28-06] 付加体における石灰岩の保存とテクトニクス

*脇田 浩二[1] (1.山口大学大学院創成科学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

10:45 ~ 12:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)、座長:細井 淳(産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門)

10:45 ~ 11:00

[SGL28-07] 鳥取層群からの断層で隔てられた堆積盆境界の発見とその意義

*丸山 祐太[1] (1.島根大学)

11:00 ~ 11:15

[SGL28-08] 高分解能音波探査記録に基づく島根半島沖の第四紀の断層活動

*田中 雅章[1]、松田 典大[1]、中村 克[1]、清水 雄一[1]、島崎 裕行[2]、畑山 一人[2] (1.中国電力株式会社、2.総合地質調査株式会社)

11:15 ~ 11:30

[SGL28-09] 中部日本の前期中新世堆積物の古地磁気方位とそのテクトニックな意義

*星 博幸[1]、松尾 卓郎[2] (1.愛知教育大学自然科学系理科教育講座地学領域、2.愛知県立刈谷高等学校)

11:30 ~ 11:45

[SGL28-10] 富山県八尾地域の新生界年代層序の再検討とテクトニクス

*中嶋 健[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、山下 透[2]、柳沢 幸夫[1]、谷村 好洋[3]、渡辺 真人[1]、佐脇 貴幸[1]、中西 敏[4]、三石 裕之[4]、山科 起行[4]、今堀 誠一[5] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.京都フィッショントラック（株）、3.国立科学博物館、4.JX石油開発（株）、5.JX石油開発テクニカルサービス（株）)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)

[SGL28-P01] 富山県砺波地域に分布する漸新世〜中新世火山岩類の成因：日本海拡大にともなう陸弧〜島弧火山活動の変遷

*山田 来樹[1]、高橋 俊郎[2]、植田 勇人[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

[SGL28-P02] 小川盆地と周辺の跡倉ナップの地質と中新世中期以降のテクトニクス

*小野 晃

[SGL28-P03] 埼玉県長瀞地域における三波川変成岩の小構造からみた古応力場の変遷

*中村 南[1]、高田 亞以子[1,2]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学、2.石油資源開発株式会社)

[SGL28-P04] 新岩脈法による丹沢トーナル岩中のマイクロクラックによる古応力方向の復元

*冨岡 美咲[1]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学)

[SGL28-P05] 立体斜度図を用いた地形判読で見出された北上山地，遠野-栗橋花崗岩体の環状断層

*土井 宣夫[1]、白澤 道生[2]、横山 隆三[2] (1.岩手大学地域防災研究センター、2.（株）横山空間情報研究所)

[SGL28-P06] ジルコン年代学によって明らかになった舞鶴構造帯（MTZ）の形成と再編

*早坂 康隆[1]、木村 光佑[1] (1.広島大学大学院理学研究科)

[SGL28-P07] **Erosional features of Soma Slope Channel, off Miyagi, Japan**

*Jih-Hsin Chang[1]、Takahiko Inoue[1]、Ayanori Misawa[1]、Kohsaku Arai[1] (1.Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial and Science Technology.)

[SGL28-P08] Preliminary Analysis Result for the Integrated Lineament Map in South Korea

*Hong-Jin Lee[1]、Kyoungtae Ko[2]、You Hong Kihm[2] (1.Geoscience Platfrom Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources、2.Geology Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

[SGL28-P09] **Seismicity along the Moradabad Basement Fault in the Central Ganga Plain: A Geological and Geophysical approach**

*ANKIT GUPTA[1]、Pitambar Pati[1]、Chinmay Dash[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

[SGL28-P10] パキスタン Muslim Bagh地域火山岩類の岩石学的・年代学的研究

*荒尾 眞成[1,2]、今山 武志[1]、八木 公史[3]、猪川 千晶[3]、澤田 順弘[4]、Rehanul Siddiqui[5]、Said Khan[5] (1.岡山理科大学　自然科学研究所、2.岡山理科大学　生物地球学部、3.蒜山地質年代学研究所、4.島根大学　名誉教授、5.地球科学研究所 パキスタン地質調査所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)

[SGL28-P01] 富山県砺波地域に分布する漸新世〜中新世火山岩類の成因：日本海拡大にともなう陸弧〜島弧火山活動の変遷

*山田 来樹[1]、高橋 俊郎[2]、植田 勇人[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

[SGL28-P02] 小川盆地と周辺の跡倉ナップの地質と中新世中期以降のテクトニクス

*小野 晃

[SGL28-P03] 埼玉県長瀞地域における三波川変成岩の小構造からみた古応力場の変遷

*中村 南[1]、高田 亞以子[1,2]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学、2.石油資源開発株式会社)

[SGL28-P04] 新岩脈法による丹沢トーナル岩中のマイクロクラックによる古応力方向の復元

*冨岡 美咲[1]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学)

[SGL28-P05] 立体斜度図を用いた地形判読で見出された北上山地，遠野-栗橋花崗岩体の環状断層

*土井 宣夫[1]、白澤 道生[2]、横山 隆三[2] (1.岩手大学地域防災研究センター、2.（株）横山空間情報研究所)

[SGL28-P06] ジルコン年代学によって明らかになった舞鶴構造帯（MTZ）の形成と再編

*早坂 康隆[1]、木村 光佑[1] (1.広島大学大学院理学研究科)

[SGL28-P07] **Erosional features of Soma Slope Channel, off Miyagi, Japan**

*Jih-Hsin Chang[1]、Takahiko Inoue[1]、Ayanori Misawa[1]、Kohsaku Arai[1] (1.Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial and Science Technology.)

[SGL28-P08] Preliminary Analysis Result for the Integrated Lineament Map in South Korea

*Hong-Jin Lee[1]、Kyoungtae Ko[2]、You Hong Kihm[2] (1.Geoscience Platfrom Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources、2.Geology Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

[SGL28-P09] **Seismicity along the Moradabad Basement Fault in the Central Ganga Plain: A Geological and Geophysical approach**

*ANKIT GUPTA[1]、Pitambar Pati[1]、Chinmay Dash[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

[SGL28-P10] パキスタン Muslim Bagh地域火山岩類の岩石学的・年代学的研究

*荒尾 眞成[1,2]、今山 武志[1]、八木 公史[3]、猪川 千晶[3]、澤田 順弘[4]、Rehanul Siddiqui[5]、Said Khan[5] (1.岡山理科大学　自然科学研究所、2.岡山理科大学　生物地球学部、3.蒜山地質年代学研究所、4.島根大学　名誉教授、5.地球科学研究所 パキスタン地質調査所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

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

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)

[SVC35-P01] 1914年櫻島噴火を描いた油絵

*室谷 智子[1] (1.国立科学博物館)

[SVC35-P02] デジタル版火山ハザードマップデータベースの構築とその利活用について

*河野 裕希[1]、久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、棚田 俊收[1] (1.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

[SVC35-P03] Tephra2と気象庁55年長期再解析データ（JRA-55）を用いた降灰シミュレーション

*佐々木 寿[1]、三浦 俊介[1]、成毛 志乃[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC35-P04] 衛星SARを用いた降灰量分布推定手法の研究（序論）

*小澤 拓[1]、藤田 英輔[1] (1.防災科学技術研究所)

[SVC35-P05] 火山地域における土石流氾濫の推定手法の開発

*山崎 祐介[1]、藤村 直樹[1]、手塚 咲子[1]、水野 正樹[1]、石井 靖雄[1]、菊井 稔宏[2]、吉田 真也[2]、五十嵐 勇気[2]、山越 隆雄[2] (1.国立研究開発法人土木研究所、2.砂防・地すべり技術センター)

[SVC35-P06] 栗駒山昭和湖および大地獄谷登山道付近における硫化水素濃度の連続観測

*伊藤 英之[1]、山本 泰道[2]、大庭 憲二[2]、辻 盛生[1]、大場 武[3] (1.岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2.株式会社ジェイエムエス、3.東海大学理学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)

[SVC35-P01] 1914年櫻島噴火を描いた油絵

*室谷 智子[1] (1.国立科学博物館)

[SVC35-P02] デジタル版火山ハザードマップデータベースの構築とその利活用について

*河野 裕希[1]、久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、棚田 俊收[1] (1.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

[SVC35-P03] Tephra2と気象庁55年長期再解析データ（JRA-55）を用いた降灰シミュレーション

*佐々木 寿[1]、三浦 俊介[1]、成毛 志乃[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC35-P04] 衛星SARを用いた降灰量分布推定手法の研究（序論）

*小澤 拓[1]、藤田 英輔[1] (1.防災科学技術研究所)

[SVC35-P05] 火山地域における土石流氾濫の推定手法の開発

*山崎 祐介[1]、藤村 直樹[1]、手塚 咲子[1]、水野 正樹[1]、石井 靖雄[1]、菊井 稔宏[2]、吉田 真也[2]、五十嵐 勇気[2]、山越 隆雄[2] (1.国立研究開発法人土木研究所、2.砂防・地すべり技術センター)

[SVC35-P06] 栗駒山昭和湖および大地獄谷登山道付近における硫化水素濃度の連続観測

*伊藤 英之[1]、山本 泰道[2]、大庭 憲二[2]、辻 盛生[1]、大場 武[3] (1.岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2.株式会社ジェイエムエス、3.東海大学理学部)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

13:45 ~ 15:15 | 105 1F

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)、座長:久保 智弘(防災科学技術研究所)、宝田 晋治(産総研地質調査総合センター)

13:45 ~ 14:00

[SVC35-01] 1707年富士山宝永噴火の火口と推移についての新たな作業仮説

*小山 真人[1] (1.静岡大学)

14:00 ~ 14:15

[SVC35-02] 富士火山、宝永山の形成過程の考察

*馬場 章[1]、藤井 敏嗣[1]、千葉 達朗[2]、吉本 充宏[1]、西澤 文勝[1]、渋谷 秀敏[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.アジア航測株式会社、3.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

14:15 ~ 14:30

[SVC35-03] ALB計測で明らかとなった本栖湖の湖底地形 -溶岩流入による湖面水位の上昇-

*千葉 達朗[1]、金田 真一[1]、大橋 真[1] (1.アジア航測株式会社)

14:30 ~ 14:45

[SVC35-04] 人工衛星による熱赤外線データを用いた火山監視
―火山活動・林野火災速報システムとCIRC（小型赤外カメラ）が捉えた火山活動―

*高倉 有希[1]、中右 浩二[1]、石澤 淳一郎[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

14:45 ~ 15:00

[SVC35-05] 噴石衝突に対する木造建築物屋根の衝撃吸収特性

*立山 耕平[1]、山田 浩之[2]、吉本 充宏[3]、本多 亮[3]、藤井 敏嗣[3] (1.立命館大学、2.防衛大学校、3.山梨県富士山科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[SVC35-06] 草津白根山2018年噴火における放出火山岩塊の分布−続報−

*吉本 充宏[1]、古川 竜太[2,3]、石塚 吉浩[2]、南 裕介[2]、長井 雅史[4]、細川 周一[3]、本多 亮[1]、安田 泰輔[1]、寺田 暁彦[5]、西澤 達治[5]、石峯 康浩[6]、荒井 健一[7]、佐々木 寿[7]、成毛 志乃[7]、関口 悠子[3]、簗田 高広[3]、石崎 泰男[8]、亀谷 伸子[8]、前野 深[9] (1.山梨県富士山科学研究所、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター 、3.気象庁、4. 防災科学技術研究所火山防災研究部門、5.東京工業大学火山流体研究センター、6.鹿児島大学地震火山地域防災センター、7.アジア航測株式会社、8.富山大学大学院理工学研究部、9.東京大学地震研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

15:30 ~ 17:00 | 105 1F

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)、座長:吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地域防災教育研究センター)

15:30 ~ 15:45

[SVC35-07] 降灰被害予測コンテンツの開発に関する研究

*久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、中田 節也[1]、藤田 英輔[1]、宮村 正光[1] (1.防災科学技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[SVC35-08] IVHHNの新しいウェブサイトとパンフレットの紹介

*石峯 康浩[1] (1.鹿児島大学地震火山地域防災センター)

16:00 ~ 16:15

[SVC35-09] 霧島硫黄山の火山活動に伴う河川水質汚濁の現況

*木川田 喜一[1]、山本 春香[2]、Deng Wei、深井 惠 (1.上智大学理工学部、2.上智大学大学院理工学研究科)

16:15 ~ 16:30

[SVC35-10] 噴火発生時の避難や救助活動を支援するコンテンツの開発

*宮城 洋介[1]、中田 節也[1]、久保 智弘[1]、吉本 充宏[2]、本多 亮[2] (1.防災科学技術研究所、2.山梨県富士山科学研究所)

16:30 ~ 16:45

[SVC35-11] **東・東南アジア地域の火山の大規模火砕流，降下テフラ，カルデラと犠牲者数**

*宝田 晋治[1]、Joel Bandibas[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

16:45 ~ 17:00

[SVC35-12] 活火山に登る登山者の防災意識調査

*伊藤 英之[1]、戸谷 千鶴[2]、新井 瑞穂[2] (1.岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2.アジア航測株式会社)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[S-VC38] 活動的火山

コンビーナ:前田 裕太(名古屋大学)、三輪 学央(防災科学技術研究所)、西村 太志(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻)

[SVC38-P01] 反射法地震探査による有珠昭和新山屋根山の構造

*竹井 瑠一[1]、筒井 智樹[1,2]、多田 悠也[2]、森脇 知哉[2]、青木 陽介[3]、青山 裕[4]、丸山 豪[5] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.秋田大学国際資源学部、3.東京大学地震研究所、4.北海道大学大学院理学研究院、5.株式会社マルテック)

[SVC38-P02] 吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動

*岡田 純[1]、松浦 茂郎[2]、近江 克也[2]、山村 卓也[2]、丹原 裕[3]、関 晋[3] (1.気象庁気象研究所火山研究部（仙台分室）、2.気象庁仙台管区気象台地震火山課、3.気象庁仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P03] 吾妻山におけるBP型・BT型地震について

*吉開 裕亮[1]、森田 裕一[2]、近江 克也[3]、丹原 裕[4]、小林 宰[1] (1.気象庁火山課、2.東京大学地震研究所、3.仙台管区気象台地震火山課、4.仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P04] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、細粒火砕物の産状と岩石学

*丸山 照頼[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC38-P05] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物の産状と岩石学

*鈴木 由希[1]、福島 涼人[2] (1.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修)

[SVC38-P06] 草津白根山の2018年の火山活動について

*小林 宰[1]、加藤 幸司[1]、末峯 宏一[1]、木村 一洋[1]、吉開 裕亮[1]、小川 康雄[2]、野上 健治[2]、神田 径[2]、寺田 暁彦[2] (1.気象庁火山課、2.東京工業大学理学部火山流体研究センター)

[SVC38-P07] 草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成

*外山 浩太郎[1]、角野 浩史[1]、川名 華織[1]、秋山 良秀[1]、大場 武[2]、谷口 無我[3]、寺田 暁彦[4] (1.東京大学　大学院総合文化研究科　広域科学専攻　相関基礎科学系、2.東海大学　理学部化学科、3.気象庁　気象研究所、4.東京工業大学　理学院火山流体研究センター)

[SVC38-P08] 本白根山における2018年噴火後の自然電位および地磁気全磁力観測

*山崎 明[1]、飯野 英樹[1]、田中 達朗[1] (1.気象庁地磁気観測所)

[SVC38-P09] 新潟焼山第3・4期噴出物の石基組織解析及び化学組成分析による噴出プロセスの検討

*吉田 巧[1]、齋藤 武士[1] (1.信州大学大学院総合理工学研究科)

[SVC38-P10] 水位変動・地震観測に基づく立山カルデラ新湯の地下構造の推定

*川口 亮平[1]、齋藤 直子[2]、鬼澤 真也[1] (1.気象研究所、2.気象庁富山地方気象台)

[SVC38-P11] Real time monitoring of underground temperature in Jigokudani, Midagahara volcano using LPWA devices

*渡辺 了[1]、西日本電信電話株式会社 富山支店[2] (1.富山大学大学院理工学研究部、2.西日本電信電話株式会社)

[SVC38-P12] 焼岳火山の山頂と1962-63年火口の噴気の化学・同位体組成

*齋藤 武士[1]、澤村 俊[2]、網田 和宏[3]、三島 壮智[4]、大沢 信二[4] (1.信州大学学術研究院理学系、2.信州大学大学院総合理工学研究科、3.秋田大学大学院理工学研究科、4.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設)

[SVC38-P13] 北八ヶ岳，横岳最新2溶岩の年代推定および横岳最新期の火山砕屑物の特徴

*新田 寛野[1]、齋藤 武士[1]、下岡 順直[2] (1.信州大学総合理工学研究科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科)

[SVC38-P14] 波形相関処理を用いた2007年御嶽山噴火日推定の試み

*西嶋 就平[1]、寺川 寿子[1]、堀川 信一郎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P15] 2007年および2014年御嶽山噴火前後に発生した山頂付近の地震活動

*山中 佳子[1]、堀川 信一郎[1]、前田 裕太[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P16] 傾斜計データにおける降雨及び融雪補正の効果　　－御嶽山への適用例－

*木村 一洋[1,5]、河島 克久[2]、松元 高峰[2]、佐々木 明彦[4]、伊豫部 勉[3]、宮村 淳一[1]、中橋 正樹[1] (1.気象庁地震火山部火山課、2.新潟大学災害・復興科学研究所、3.京都大学大学院工学研究科、4.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、5.新潟大学自然科学研究科)

[SVC38-P17] **2011年3月15日の静岡県東部地震による富士山周辺域のb値の空間分布への影響**

*村越 匠[1]、宮下 智成[2] (1.防衛大学校、2.航空自衛隊)

[SVC38-P18] 伊豆半島東部伊東沖の海底火山手石海丘の現状

*山中 寿朗[1]、川田 佳史[2]、野口 拓郎[3]、八田 万有美[3]、岡村 慶[3] (1.東京海洋大学、2.東北大学、3.高知大学)

[SVC38-P19] 伊豆大島最北部碁石浜におけるカルデラ形成以前の火山噴出物とその堆積年代

*寺山 怜[1]、鈴木 毅彦[1]、小林　淳[2] (1.首都大学東京都市環境科学研究科、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P20] 伊豆大島山頂付近の地震のSchusterの方法によるp値の時間変化について

*高山 博之[1] (1.気象庁気象研究所火山研究部第１研究室)

[SVC38-P21] 伊豆諸島北部、新島に分布する第四紀後期テフラの標準層序と岩石学的・地化学的特性―火山ガラスの主元素組成、斜方輝石、角閃石類の屈折率を中心に―

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、西澤 文勝[1,2]、村田 昌則[1]、石村 大輔[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所)

[SVC38-P22] **伊豆諸島神津島火山の最新期活動におけるテフラ層序とその噴火史**

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、西澤 文勝[2]、鈴木 毅彦[1,3] (1.首都大学東京 火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所、3.首都大学東京 都市環境学部)

[SVC38-P23] 三宅島・神津島・八丈島周辺の震源分布の特徴：速度構造との関連性

*萩原 弘子[1]、渡辺 秀文[1] (1.東京都庁)

[SVC38-P24] GNSSキャンペーン観測による三宅島の地殻変動（2013年～2015年）

*渡部 陽奈[1]、松島 健[2]、福井 海世、渡邉 篤志[3]、及川 純[3]、奥田 隆[4]、小澤 拓[5]、宮城 洋介[5] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.東京大学地震研究所、4.名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター 、5.防災科学技術研究所)

[SVC38-P25] 伊豆諸島御蔵島で確認されたテフラの記載岩石学的特徴

*田野 智大[1]、鈴木 毅彦[1,2]、小林 淳[2]、村田 昌則[2] (1.首都大学東京都市環境科学部、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P26] Pseudo thermal anomalies in the shortwave infrared bands of the Himawari-8 AHI and their correction for volcano thermal observation

*金子 隆之[1]、安田 敦[1]、吉崎 徳人[2]、高崎 健二[3]、本多 嘉明[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象庁気象衛星センター、3.水産研究・教育機構、4.千葉大学 環境リモートセンシング研究センター)

[SVC38-P27] 臨時地震観測と広帯域MT観測による雲仙火山浅部で発生する火山性地震の研究

*橋本 匡[1]、相澤 広記[2]、松島 健[2]、清水 洋[2]、林田 祐人[1]、湯浅 雄平[1]、塚本 果織[1]、山本 有人[3]、宮野 幹大[3]、神薗 めぐみ[1]、松本 聡[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学理学部地球惑星科学科)

[SVC38-P28] 雲仙火山浅部で発生する火山性地震の波形の特徴

*宮野 幹大[1]、清水 洋[2]、松島 健[2]、松本 聡[2]、相澤 広記[2]、橋本 匡[3]、林田 祐人[3]、湯浅 雄平[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC38-P29] 雲仙普賢岳北東麓立野地区で見られる火砕物露頭と層序

*長井 大輔[1] (1.雲仙岳災害記念館)

[SVC38-P30] 相対重力計で観測された熊本県阿蘇地域における重力変化（2015-2018）

*宮内 佑典[1]、風間 卓仁[1]、福田 洋一[1]、吉川 慎[2]、大倉 敬宏[2]、西島 潤[3]、藤光 康宏[3] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学火山研究センター、3.九州大学大学院工学研究院)

[SVC38-P31] 阿蘇火山における水準測量2018

*大倉 敬宏[1]、吉川 慎[1]、井上 寛之[1]、横尾 亮彦[1]、宇津木 充[1]、山本 圭吾[2]、内田 和也[4]、前田 裕太[5]、堀川 信一郎[5]、松廣 健二郎[5]、奥田 隆[5]、田ノ上 和志[5]、木股 文昭[7]、村瀬 雅之[6]、森 済[6]、三島 壮智[3]、小松 信太郎[2]、高谷 真樹[3]、及川 純

[8]、石井 杏佳[3]、宮内 佑典[3]、木村 育磨[3]、内田 雅喜[3]、仲井 一穂[3]、瀧下 恒星[3]、千葉 慶太[4]、橋本 匡[4]、神谷 義之介[4]、山本 有人[4] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター、2.京都大学防災研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.九州大学大学院理学研究院、5.名古屋大学大学院環境学研究科、6.日本大学文理学部、7.東濃地震科学研究所、8.東京大学地震研究所)

[SVC38-P32] 斜長石斑晶の化学組成から読み解く阿蘇カルデラ形成噴火第３サイクルにおけるマグマ進化

*松木田 悠希[1]、飯塚 毅[1]、牛久保 孝行[2]、清水 健二[2]、下司 信夫[3]、宮城 磯治[3]、浜田 盛久[2] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SVC38-P33] 噴火微動の継続時間と噴出量の関係

*森 亜津紗[1]、熊谷 博之[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻)

[SVC38-P34] 2018年3月の新燃岳噴火に伴う地殻変動

*渡部 豪[1]、横田 崇[1]、倉橋 奨[1]、榎本 賢大[1] (1.愛知工業大学)

[SVC38-P35] GNSS観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SVC38-P36] GNSSデータによる姶良カルデラ周辺の広域上下変動

*仲井 一穂[1]、井口 正人[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所附属火山活動研究センター、3.京都大学大学院理学研究科火山研究センター)

[SVC38-P37] 水準測量によって測定された桜島火山の地盤上下変動（2017 年11 月～2018 年11 月）

*山本 圭吾[1]、松島 健[2]、吉川 慎[3]、井上 寛之[3]、園田 忠臣[1]、瀧下 恒星[1]、仲井 一穂[1]、内田 雅喜[3]、大柳 諒[3]、神谷 義之介[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学防災研究所、2.九州大学理学研究院、3.京都大学理学研究科)

[SVC38-P38] 繰り返し相対重力観測で明らかになった桜島火山における1990年代以降の重力時空間変化

*大柳 諒[1]、風間 卓仁[1]、山本 圭吾[2]、大島 弘光[3]、岡田 和見[3]、園田 忠臣[2]、井口 正人[2] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学防災研究所、3.北海道大学地震火山研究観測センター)

[SVC38-P39] UAVを用いた噴火中の桜島火山の火口内状況把握

*三浦 俊介[1]、望月 拓実[1]、藤田 浩司[1]、浦山 利博[1]、佐々木 寿[1]、千葉 達朗[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC38-P40] **Seismic refraction and wide-angle reflection experiment in southern Kyushu, Japan: (3) the 2018 exploration report**

*宮町 宏樹[1]、高橋 浩晃[2]、青山 裕[2]、大園 真子[2]、椎名 高裕[6]、髙田 真秀[2]、一柳 昌義[2]、山口 照寛[2]、薄田 悠樹[2]、齊藤 一真[2]、伊藤 ちひろ[2]、村井 芳夫[2]、中垣 達也[2]、筒井 智樹[3]、竹井 瑠一[3]、多田 悠也[3]、山本 希[4]、平原 聡[4]、中山 貴史[4]、東 龍介[4]、鈴木 秀市[4]、佐藤 利典[5]、蔵下 英司[6]、安藤 美和子[6]、田中 伸一[6]、池澤 賢志[6]、山田 知朗[6]、中東 和夫[7]、前田 裕太[8]、堀川 信一郎[8]、松廣 健二郎[8]、奥田 隆[8]、辻 修平[8]、十川 直樹[8]、片尾 浩[9]、澁谷 拓郎[9]、三浦 勉[9]、中川 潤[9]、米田 格[9]、為栗 健[9]、瀧下 恒星[9]、仲井 一穂[9]、山下 裕亮[9]、松島 健[10]、内田 和也[10]、宮町 凛太郎[10]、八木原 寛[1]、平野 舟一郎[1]、久保 武史[1]、坂尾 健有[1] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.北海道大学大学院理学研究院、3.秋田大学国際資源学部、4.東北大学大学院理学研究科、5.千葉大学大学院理学研究院、6.東京大学地震研究所、7.東京海洋大学学術研究院、8.名古屋大学大学院環境学研究科、9.京都大学防災研究所、10.九州大学大学院理学研究院)

[SVC38-P41] 幸屋火砕流の流動・堆積機構

*鈴木 桂子[1]、中岡 礼奈[1]、山根 朋己[2] (1.神戸大学 海洋底探査センター、2.神戸大学大学院理学研究科)

[SVC38-P42] 開聞岳南方海域の崩れ地形の成因を海底地形とマルチチャンネル反射波地震探査から探る

*山口 寛登[1]、清水 賢[2]、井和丸 光[2]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、堀内 美咲[3]、松野 哲男[2,3]、巽 好幸[2,3] (1.神戸大学理学部惑星学科、2.神戸大学海洋底探査センター、3.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

[SVC38-P43] 口永良部島火山2018-19年噴火降下火砕物の産状と分布

*長井 雅史[1]、中川 正二郎[2]、入山 宙[1]、三輪 学央[1]、棚田 俊收[1]、上田 英樹[1]、中田 節也[1] (1.防災科学技術研究所　火山防災研究部門、2.屋久島地学同好会)

[SVC38-P44] ALOS-2/PALSAR-2干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動

*谷口 隆文[1]、影山 勇雄[1]、奥山 哲[2]、安藤 忍[2] (1.気象庁、2.気象研究所)

[SVC38-P45] **Volcano-hydrothermal inflation revealed by the spatial variation of stress field at the Tatun Volcano Group, northern Taiwan**

*Hsin-Chieh Pu[1]、Cheng-Horng Lin[2,3,4,5]、Ya-Ju Hsu[2]、Li-Chin Chang[3] (1.Central Weather Bureau, Taiwan, ROC.、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC.、3.Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan, ROC.、4. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, ROC.、5.National Center for Research on Earthquake Engineering, National Applied Research Laboratories, Taipei, Taiwan, ROC.)

[SVC38-P46] インドネシア・クラカタウ火山の2018年12月噴火に伴う地形変化と地殻変動

*矢来 博司[1]、小林 知勝[1]、山田 晋也[1] (1.国土地理院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[S-VC38] 活動的火山

コンビーナ:前田 裕太(名古屋大学)、三輪 学央(防災科学技術研究所)、西村 太志(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻)

[SVC38-P01] 反射法地震探査による有珠昭和新山屋根山の構造

*竹井 瑠一[1]、筒井 智樹[1,2]、多田 悠也[2]、森脇 知哉[2]、青木 陽介[3]、青山 裕[4]、丸山 豪[5] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.秋田大学国際資源学部、3.東京大学地震研究所、4.北海道大学大学院理学研究院、5.株式会社マルテック)

[SVC38-P02] 吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動

*岡田 純[1]、松浦 茂郎[2]、近江 克也[2]、山村 卓也[2]、丹原 裕[3]、関 晋[3] (1.気象庁気象研究所火山研究部（仙台分室）、2.気象庁仙台管区気象台地震火山課、3.気象庁仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P03] 吾妻山におけるBP型・BT型地震について

*吉開 裕亮[1]、森田 裕一[2]、近江 克也[3]、丹原 裕[4]、小林 宰[1] (1.気象庁火山課、2.東京大学地震研究所、3.仙台管区気象台地震火山課、4.仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P04] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、細粒火砕物の産状と岩石学

*丸山 照頼[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC38-P05] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物の産状と岩石学

*鈴木 由希[1]、福島 涼人[2] (1.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修)

[SVC38-P06] 草津白根山の2018年の火山活動について

*小林 宰[1]、加藤 幸司[1]、末峯 宏一[1]、木村 一洋[1]、吉開 裕亮[1]、小川 康雄[2]、野上 健治[2]、神田 径[2]、寺田 暁彦[2] (1.気象庁火山課、2.東京工業大学理学部火山流体研究センター)

[SVC38-P07] 草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成

*外山 浩太郎[1]、角野 浩史[1]、川名 華織[1]、秋山 良秀[1]、大場 武[2]、谷口 無我[3]、寺田 暁彦[4] (1.東京大学　大学院総合文化研究科　広域科学専攻　相関基礎科学系、2.東海大学　理学部化学科、3.気象庁　気象研究所、4.東京工業大学　理学院火山流体研究センター)

[SVC38-P08] 本白根山における2018年噴火後の自然電位および地磁気全磁力観測

*山崎 明[1]、飯野 英樹[1]、田中 達朗[1] (1.気象庁地磁気観測所)

[SVC38-P09] 新潟焼山第3・4期噴出物の石基組織解析及び化学組成分析による噴出プロセスの検討

*吉田 巧[1]、齋藤 武士[1] (1.信州大学大学院総合理工学研究科)

[SVC38-P10] 水位変動・地震観測に基づく立山カルデラ新湯の地下構造の推定

*川口 亮平[1]、齋藤 直子[2]、鬼澤 真也[1] (1.気象研究所、2.気象庁富山地方気象台)

[SVC38-P11] Real time monitoring of underground temperature in Jigokudani, Midagahara volcano using LPWA devices

*渡辺 了[1]、西日本電信電話株式会社 富山支店[2] (1.富山大学大学院理工学研究部、2.西日本電信電話株式会社)

[SVC38-P12] 焼岳火山の山頂と1962-63年火口の噴気の化学・同位体組成

*齋藤 武士[1]、澤村 俊[2]、網田 和宏[3]、三島 壮智[4]、大沢 信二[4] (1.信州大学学術研究院理学系、2.信州大学大学院総合理工学研究科、3.秋田大学大学院理工学研究科、4.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設)

[SVC38-P13] 北八ヶ岳，横岳最新2溶岩の年代推定および横岳最新期の火山砕屑物の特徴

*新田 寛野[1]、齋藤 武士[1]、下岡 順直[2] (1.信州大学総合理工学研究科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科)

[SVC38-P14] 波形相関処理を用いた2007年御嶽山噴火日推定の試み

*西嶋 就平[1]、寺川 寿子[1]、堀川 信一郎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P15] 2007年および2014年御嶽山噴火前後に発生した山頂付近の地震活動

*山中 佳子[1]、堀川 信一郎[1]、前田 裕太[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P16] 傾斜計データにおける降雨及び融雪補正の効果　　－御嶽山への適用例－

*木村 一洋[1,5]、河島 克久[2]、松元 高峰[2]、佐々木 明彦[4]、伊豫部 勉[3]、宮村 淳一[1]、中橋 正樹[1] (1.気象庁地震火山部火山課、2.新潟大学災害・復興科学研究所、3.京都大学大学院工学研究科、4.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、5.新潟大学自然科学研究科)

[SVC38-P17] **2011年3月15日の静岡県東部地震による富士山周辺域のb値の空間分布への影響**

*村越 匠[1]、宮下 智成[2] (1.防衛大学校、2.航空自衛隊)

[SVC38-P18] 伊豆半島東部伊東沖の海底火山手石海丘の現状

*山中 寿朗[1]、川田 佳史[2]、野口 拓郎[3]、八田 万有美[3]、岡村 慶[3] (1.東京海洋大学、2.東北大学、3.高知大学)

[SVC38-P19] 伊豆大島最北部碁石浜におけるカルデラ形成以前の火山噴出物とその堆積年代

*寺山 怜[1]、鈴木 毅彦[1]、小林　淳[2] (1.首都大学東京都市環境科学研究科、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P20] 伊豆大島山頂付近の地震のSchusterの方法によるp値の時間変化について

*高山 博之[1] (1.気象庁気象研究所火山研究部第１研究室)

[SVC38-P21] 伊豆諸島北部、新島に分布する第四紀後期テフラの標準層序と岩石学的・地化学的特性―火山ガラスの主元素組成、斜方輝石、角閃石類の屈折率を中心に―

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、西澤 文勝[1,2]、村田 昌則[1]、石村 大輔[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所)

[SVC38-P22] **伊豆諸島神津島火山の最新期活動におけるテフラ層序とその噴火史**

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、西澤 文勝[2]、鈴木 毅彦[1,3] (1.首都大学東京 火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所、3.首都大学東京 都市環境学部)

[SVC38-P23] 三宅島・神津島・八丈島周辺の震源分布の特徴：速度構造との関連性

*萩原 弘子[1]、渡辺 秀文[1] (1.東京都庁)

[SVC38-P24] GNSSキャンペーン観測による三宅島の地殻変動（2013年～2015年）

*渡部 陽奈[1]、松島 健[2]、福井 海世、渡邉 篤志[3]、及川 純[3]、奥田 隆[4]、小澤 拓[5]、宮城 洋介[5] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.東京大学地震研究所、4.名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター 、5.防災科学技術研究所)

[SVC38-P25] 伊豆諸島御蔵島で確認されたテフラの記載岩石学的特徴

*田野 智大[1]、鈴木 毅彦[1,2]、小林 淳[2]、村田 昌則[2] (1.首都大学東京都市環境科学部、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P26] Pseudo thermal anomalies in the shortwave infrared bands of the Himawari-8 AHI and their correction for volcano thermal observation

*金子 隆之[1]、安田 敦[1]、吉崎 徳人[2]、高崎 健二[3]、本多 嘉明[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象庁気象衛星センター、3.水産研究・教育機構、4.千葉大学 環境リモートセンシング研究センター)

[SVC38-P27] 臨時地震観測と広帯域MT観測による雲仙火山浅部で発生する火山性地震の研究

*橋本 匡[1]、相澤 広記[2]、松島 健[2]、清水 洋[2]、林田 祐人[1]、湯浅 雄平[1]、塚本 果織[1]、山本 有人[3]、宮野 幹大[3]、神薗 めぐみ[1]、松本 聡[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学理学部地球惑星科学科)

[SVC38-P28] 雲仙火山浅部で発生する火山性地震の波形の特徴

*宮野 幹大[1]、清水 洋[2]、松島 健[2]、松本 聡[2]、相澤 広記[2]、橋本 匡[3]、林田 祐人[3]、湯浅 雄平[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC38-P29] 雲仙普賢岳北東麓立野地区で見られる火砕物露頭と層序

*長井 大輔[1] (1.雲仙岳災害記念館)

[SVC38-P30] 相対重力計で観測された熊本県阿蘇地域における重力変化（2015-2018）

*宮内 佑典[1]、風間 卓仁[1]、福田 洋一[1]、吉川 慎[2]、大倉 敬宏[2]、西島 潤[3]、藤光 康宏[3] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学火山研究センター、3.九州大学大学院工学研究院)

[SVC38-P31] 阿蘇火山における水準測量2018

*大倉 敬宏[1]、吉川 慎[1]、井上 寛之[1]、横尾 亮彦[1]、宇津木 充[1]、山本 圭吾[2]、内田 和也[4]、前田 裕太[5]、堀川 信一郎[5]、松廣 健二郎[5]、奥田 隆[5]、田ノ上 和志[5]、木股 文昭[7]、村瀬 雅之[6]、森 済[6]、三島 壮智[3]、小松 信太郎[2]、高谷 真樹[3]、及川 純

[8]、石井 杏佳[3]、宮内 佑典[3]、木村 育磨[3]、内田 雅喜[3]、仲井 一穂[3]、瀧下 恒星[3]、千葉 慶太[4]、橋本 匡[4]、神谷 義之介[4]、山本 有人[4] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター、2.京都大学防災研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.九州大学大学院理学研究院、5.名古屋大学大学院環境学研究科、6.日本大学文理学部、7.東濃地震科学研究所、8.東京大学地震研究所)

[SVC38-P32] 斜長石斑晶の化学組成から読み解く阿蘇カルデラ形成噴火第３サイクルにおけるマグマ進化

*松木田 悠希[1]、飯塚 毅[1]、牛久保 孝行[2]、清水 健二[2]、下司 信夫[3]、宮城 磯治[3]、浜田 盛久[2] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SVC38-P33] 噴火微動の継続時間と噴出量の関係

*森 亜津紗[1]、熊谷 博之[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻)

[SVC38-P34] 2018年3月の新燃岳噴火に伴う地殻変動

*渡部 豪[1]、横田 崇[1]、倉橋 奨[1]、榎本 賢大[1] (1.愛知工業大学)

[SVC38-P35] GNSS観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SVC38-P36] GNSSデータによる姶良カルデラ周辺の広域上下変動

*仲井 一穂[1]、井口 正人[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所附属火山活動研究センター、3.京都大学大学院理学研究科火山研究センター)

[SVC38-P37] 水準測量によって測定された桜島火山の地盤上下変動（2017 年11 月～2018 年11 月）

*山本 圭吾[1]、松島 健[2]、吉川 慎[3]、井上 寛之[3]、園田 忠臣[1]、瀧下 恒星[1]、仲井 一穂[1]、内田 雅喜[3]、大柳 諒[3]、神谷 義之介[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学防災研究所、2.九州大学理学研究院、3.京都大学理学研究科)

[SVC38-P38] 繰り返し相対重力観測で明らかになった桜島火山における1990年代以降の重力時空間変化

*大柳 諒[1]、風間 卓仁[1]、山本 圭吾[2]、大島 弘光[3]、岡田 和見[3]、園田 忠臣[2]、井口 正人[2] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学防災研究所、3.北海道大学地震火山研究観測センター)

[SVC38-P39] UAVを用いた噴火中の桜島火山の火口内状況把握

*三浦 俊介[1]、望月 拓実[1]、藤田 浩司[1]、浦山 利博[1]、佐々木 寿[1]、千葉 達朗[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC38-P40] **Seismic refraction and wide-angle reflection experiment in southern Kyushu, Japan: (3) the 2018 exploration report**

*宮町 宏樹[1]、高橋 浩晃[2]、青山 裕[2]、大園 真子[2]、椎名 高裕[6]、髙田 真秀[2]、一柳 昌義[2]、山口 照寛[2]、薄田 悠樹[2]、齊藤 一真[2]、伊藤 ちひろ[2]、村井 芳夫[2]、中垣 達也[2]、筒井 智樹[3]、竹井 瑠一[3]、多田 悠也[3]、山本 希[4]、平原 聡[4]、中山 貴史[4]、東 龍介[4]、鈴木 秀市[4]、佐藤 利典[5]、蔵下 英司[6]、安藤 美和子[6]、田中 伸一[6]、池澤 賢志[6]、山田 知朗[6]、中東 和夫[7]、前田 裕太[8]、堀川 信一郎[8]、松廣 健二郎[8]、奥田 隆[8]、辻 修平[8]、十川 直樹[8]、片尾 浩[9]、澁谷 拓郎[9]、三浦 勉[9]、中川 潤[9]、米田 格[9]、為栗 健[9]、瀧下 恒星[9]、仲井 一穂[9]、山下 裕亮[9]、松島 健[10]、内田 和也[10]、宮町 凛太郎[10]、八木原 寛[1]、平野 舟一郎[1]、久保 武史[1]、坂尾 健有[1] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.北海道大学大学院理学研究院、3.秋田大学国際資源学部、4.東北大学大学院理学研究科、5.千葉大学大学院理学研究院、6.東京大学地震研究所、7.東京海洋大学学術研究院、8.名古屋大学大学院環境学研究科、9.京都大学防災研究所、10.九州大学大学院理学研究院)

[SVC38-P41] 幸屋火砕流の流動・堆積機構

*鈴木 桂子[1]、中岡 礼奈[1]、山根 朋己[2] (1.神戸大学 海洋底探査センター、2.神戸大学大学院理学研究科)

[SVC38-P42] 開聞岳南方海域の崩れ地形の成因を海底地形とマルチチャンネル反射波地震探査から探る

*山口 寛登[1]、清水 賢[2]、井和丸 光[2]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、堀内 美咲[3]、松野 哲男[2,3]、巽 好幸[2,3] (1.神戸大学理学部惑星学科、2.神戸大学海洋底探査センター、3.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

[SVC38-P43] 口永良部島火山2018-19年噴火降下火砕物の産状と分布

*長井 雅史[1]、中川 正二郎[2]、入山 宙[1]、三輪 学央[1]、棚田 俊收[1]、上田 英樹[1]、中田 節也[1] (1.防災科学技術研究所　火山防災研究部門、2.屋久島地学同好会)

[SVC38-P44] ALOS-2/PALSAR-2干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動

*谷口 隆文[1]、影山 勇雄[1]、奥山 哲[2]、安藤 忍[2] (1.気象庁、2.気象研究所)

[SVC38-P45] **Volcano-hydrothermal inflation revealed by the spatial variation of stress field at the Tatun Volcano Group, northern Taiwan**

*Hsin-Chieh Pu[1]、Cheng-Horng Lin[2,3,4,5]、Ya-Ju Hsu[2]、Li-Chin Chang[3] (1.Central Weather Bureau, Taiwan, ROC.、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC.、3.Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan, ROC.、4. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, ROC.、5.National Center for Research on Earthquake Engineering, National Applied Research Laboratories, Taipei, Taiwan, ROC.)

[SVC38-P46] インドネシア・クラカタウ火山の2018年12月噴火に伴う地形変化と地殻変動

*矢来 博司[1]、小林 知勝[1]、山田 晋也[1] (1.国土地理院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

15:30 ~ 17:00 | 国際会議室 2F

[S-VC38] 活動的火山

コンビーナ:前田 裕太(名古屋大学)、三輪 学央(防災科学技術研究所)、西村 太志(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻)、座長:鈴木 毅彦、安井 真也

15:30 ~ 15:45

[SVC38-01] 伊豆大島南西部「地層大切断面」における先カルデラ火山新期山体形成期以降，過去約2万年間のテフロクロノロジー

*鈴木 毅彦[1]、寺山 怜[1]、松風 潤[1]、加藤 佑一[1] (1.首都大学東京都市環境学部)

15:45 ~ 16:00

[SVC38-02] **伊豆諸島新島火山，大三山及び地内島におけるテフラ層序と間々下浦火山噴出物との対比**

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、青木 かおり[1]、石村 大輔[1,2]、鈴木 毅彦[1,2] (1.首都大学東京 火山災害研究センター、2.首都大学東京 都市環境学部)

16:00 ~ 16:15

[SVC38-03] クリスタルクロットを用いたプレ噴火プロセスの制約：雲仙平成噴火の例

*岩橋 くるみ[1]、安田 敦[1] (1.東京大学地震研究所)

16:15 ~ 16:30

[SVC38-04] ピナツボ火山1991年噴火の岩石学的研究　～マグマ供給モデルの検討～

*田村 智弥[1,2]、中川 光弘[2] (1.西日本技術開発株式会社、2.北海道大学大学院理学院地球惑星システム科学講座)

16:30 ~ 16:45

[SVC38-05] 浅間黒斑火山の火車岩屑なだれ堆積物の再発見

*安井 真也[1]、高橋 正樹[1]、金丸 龍夫[1] (1.日本大学文理学部)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

9:00 ~ 10:30 | 国際会議室 2F

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)、座長:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院)、大場 武、神田 径

9:00 ~ 9:15

[SVC39-01] 多項目調査に基づく十勝岳の熱水系の検討

*高橋 良[1]、岡崎 紀俊[1]、田村 慎[1] (1.北海道立総合研究機構地質研究所)

9:15 ~ 9:30

[SVC39-02] 箱根火山における2015年噴火後の噴気・温泉活動と地震地殻変動

*萬年 一剛[1]、原田 昌武[1]、行竹 洋平[1]、菊川 城司[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

9:30 ~ 9:45

[SVC39-03] A possible geothermal source at around 4 km depth estimated by the seismic observation in Ibusuki geothermal area

*笠原 順三[1,3]、羽佐田 葉子[2,1]、久詰 陽康[1] (1.エンジニアリング協会、2.大和探査技術(株）、3.静岡大学)

9:45 ~ 10:00

[SVC39-04] 草津白根山火山ガス化学組成および安定同位体比の時間変化

*大場 武[1]、谷口 無我[2]、沼波 望[1]、外山 浩太郎[3]、角野 浩史[3]、角皆 潤[4]、伊藤 昌稚[4]、新宮原 諒[4] (1.東海大学理学部化学科、2.気象庁気象研究所、3.東京大学大学院　総合文化研究科　広域科学専攻、4.名古屋大学大学院 環境学研究科 地球環境科学専攻)

10:00 ~ 10:15

[SVC39-05] 霧島連山と薩摩硫黄島における熱水活動に伴うヒ素と水銀の挙動

*羽渕 元哉[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、古谷 宗三[1]、森 啓悟[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、武内 章記[3]、大嶋 将吾[4]、井川 怜欧[5] (1.大阪市立大学、2.九州大学、3.国立環境研究所、4.西日本技術開発株式会社、5.産業技術総合研究所)

10:15 ~ 10:30

[SVC39-06] 霧島山硫黄山の湧水･湯だまりの水質

*谷口 無我[1]、大場 武[2]、外山 浩太郎[3]、気象庁 福岡管区気象台[4]、気象庁 鹿児島地方気象台[4] (1.気象研究所、2.東海大学、3.東京大学大学院、4.気象庁)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

10:45 ~ 12:15 | 国際会議室 2F

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)、座長:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院)、大場 武、神田 径

10:45 ~ 11:00

[SVC39-07] マグマ起源熱水の多様性の成因の再検討

*篠原 宏志[1] (1.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)

11:00 ~ 11:15

[SVC39-08] **Constraining electrical resistivity structure of volcanoes using multiphase flow modelling: an example of Miyake-jima**

*Marceau Gresse[1]、Makoto Uyeshima[1]、Takao Koyama[1]、Maki Hata[1]、Hideaki Hase[2]、Koki Aizawa[3]、Yusuke Yamaya[4]、Yoichi Sasai[5]、Jacques Zlotnicki[6]、Tawat Rung-Arunwan[1]、Hideki Ueda[7] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, Japan、2.Geothermal Energy Research & Development Co., Ltd., Tokyo, Japan、3.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan.、4.Planning Division, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tokyo, Japan、5.Earthquake Prediction Research Centre, Tokai University, Shizuoka, Japan、6.CNRS, OPGC-UMR6524, Aubière, France、7.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, Tsukuba, Japan)

11:15 ~ 11:30

[SVC39-09] 北海道南西部、ニセコ地域におけるMT法探査と三次元比抵抗構造

*田村 慎[1]、茂木 透[2]、金廣 純奈[2]、岡 大輔[1]、丸山 純也[1]、鈴木 隆広[1]、岡崎 紀俊[1] (1.地方独立行政法人北海道立総合研究機構　地質研究所、2.北海道大学 大学院 工学研究院 環境循環システム部門)

11:30 ~ 11:45

[SVC39-10] **Hydrothermal fluid activity of the Tatun Volcano Group, Taiwan, revealed by self-potentials and seismicity**

*Hong-Jia Chen[1]、Zhi-Xian Yang[1]、Chien-Chih Chen[1,2]、Cheng-Horng Lin[3,4] (1.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan.、2.Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management, National Central University, Taoyuan, Taiwan.、3.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan.、4.Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan.)

11:45 ~ 12:00

[SVC39-11] Utilizing the electrical conductivity distribution to unravel the hydrothermal system beneath Mt.Hasan composite volcano and its vicinity, southwest Cappodocia, Turkey

*Sabri Bulent Tank[1]、Mustafa Karas[1] (1.Bogazici University)

12:00 ~ 12:15

[SVC39-12] Three-dimensional Magnetotelluric Inversion to map geothermal structures in Eburru Geothermal field, Kenya.

*JUSTUS MAITHYA[1]、Yasuhiro FUJIMITSU[2] (1.Graduate School of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University、2.Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)

[SVC39-P01] 近年の霧島硫黄山の火山活動に伴う湧水の化学組成変化

*山本 春香[1]、木川田 喜一[2]、深井 恵、Wei Deng (1.上智大学大学院理工学研究科、2.上智大学理工学部)

[SVC39-P02] 霧島火山群・硫黄山水蒸気噴火に関連した熱水循環プロセス

*森 啓悟[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、羽渕 元哉[1]、古谷 宗三[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、大嶋 将吾[3]、井川 怜欧[4] (1.大阪市立大学、2.九州大学、3.西日本技術開発株式会社、4.産業技術総合研究所)

[SVC39-P03] 火山噴煙中の水蒸気の同位体組成定量：噴煙から噴気ガス水蒸気の同位体組成は推定できるか？

*伊藤 昌稚[1]、角皆 潤[1]、高橋 幸士[2]、中川 書子[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SVC39-P04] **Radon measurements at Aso volcano: an experimental automatic radon station operative within the proximal zone of Nakadake**

*Corrado CIGOLINI[1]、Shin Yoshikawa[2]、Tomo Shibata[3]、Marco Laiolo[1]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, Japan、3.Institute for Geothermal Sciences, Graduate school of Science, Kyoto University, Japan)

[SVC39-P05] ACTIVE観測結果から見る2014-2016年阿蘇山活動期の地下熱水系の変化

*南 拓人[1]、宇津木 充[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3] (1.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、2.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、3.阿蘇ジオパーク推進協議会)

[SVC39-P06] 3-D Inversion of Magnetotelluric data from the Aluto-Langano Geothermal Field, Ethiopia

*Dejene Bekele[1]、Yasuhiro FUJIMITSU[2] (1.Graduate School of Engineering, Department of Cooperative Resources Engineering, Kyushu University、2.Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P07] Interpretation of Gravity Data to Delineate the Geothermal Reservoir Extent and Assess the Geothermal Resource in the Municipality of Isa, Southern Kyushu, Japan

*CARLOS OSMIN POCASANGRE[1]、Yasuhiro Fujimitsu[1]、Jun Nishijima[1] (1.Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P08] 伊豆大島火山カルデラ内坑井温度プロファイルによる伝導・対流熱伝達の推定

*鬼澤 真也[1] (1.気象研究所　火山研究部　第一研究室)

[SVC39-P09] 栗駒地域赤倉カルデラの熱水系数値モデル

*藤光 康宏[1]、吉岡 大地[2] (1.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門、2.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)

[SVC39-P01] 近年の霧島硫黄山の火山活動に伴う湧水の化学組成変化

*山本 春香[1]、木川田 喜一[2]、深井 惠、Wei Deng (1.上智大学大学院理工学研究科、2.上智大学理工学部)

[SVC39-P02] 霧島火山群・硫黄山水蒸気噴火に関連した熱水循環プロセス

*森 啓悟[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、羽渕 元哉[1]、古谷 宗三[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、大嶋 将吾[3]、井川 怜欧[4] (1.大阪市立大学、2.九州大学、3.西日本技術開発株式会社、4.産業技術総合研究所)

[SVC39-P03] 火山噴煙中の水蒸気の同位体組成定量：噴煙から噴気ガス水蒸気の同位体組成は推定できるか？

*伊藤 昌稚[1]、角皆 潤[1]、高橋 幸士[2]、中川 書子[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SVC39-P04] **Radon measurements at Aso volcano: an experimental automatic radon station operative within the proximal zone of Nakadake**

*Corrado CIGOLINI[1]、Shin Yoshikawa[2]、Tomo Shibata[3]、Marco Laiolo[1]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, Japan、3.Institute for Geothermal Sciences, Graduate school of Science, Kyoto University, Japan)

[SVC39-P05] ACTIVE観測結果から見る2014-2016年阿蘇山活動期の地下熱水系の変化

*南 拓人[1]、宇津木 充[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3] (1.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、2.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、3.阿蘇ジオパーク推進協議会)

[SVC39-P06] 3-D Inversion of Magnetotelluric data from the Aluto-Langano Geothermal Field, Ethiopia

*Dejene Bekele[1]、Yasuhiro FUJIMITSU[2] (1.Graduate School of Engineering, Department of Cooperative Resources Engineering, Kyushu University、2.Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P07] Interpretation of Gravity Data to Delineate the Geothermal Reservoir Extent and Assess the Geothermal Resource in the Municipality of Isa, Southern Kyushu, Japan

*CARLOS OSMIN POCASANGRE[1]、Yasuhiro Fujimitsu[1]、Jun Nishijima[1] (1.Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P08] 伊豆大島火山カルデラ内坑井温度プロファイルによる伝導・対流熱伝達の推定

*鬼澤 真也[1] (1.気象研究所　火山研究部　第一研究室)

[SVC39-P09] 栗駒地域赤倉カルデラの熱水系数値モデル

*藤光 康宏[1]、吉岡 大地[2] (1.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門、2.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | 303 3F

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)、座長:小林 祥子(玉川大学)、石塚 師也(京都大学)

10:45 ~ 11:00

[STT45-01] キラウエア火山の噴火による火口付近の地盤変動の抽出

*藤山 果穂[1]、島田 政信[1]、木本 優気[1]、吉岡 賢太[1] (1.東京電機大学)

11:00 ~ 11:15

[STT45-02] ALOS-2 observation of the 2017 Sefidsang earthquake, northeastern Iran: a blind shallow-dipping thrust event near the Eastern Kopeh Dagh

*Nematollah Ghayournajarkar[1]、Yo Fukushima[2] (1.Graduate School of Science, Tohoku University、2.International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University)

11:15 ~ 11:30

[STT45-03] 2016年熊本地震の副次的断層すべりによるInSAR地表変位とすべり分布

*福島 洋[1]、石村 大輔[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

11:30 ~ 11:45

[STT45-04] PS干渉SAR解析を用いた熊本平野における地表変動の推定と地下水位との比較

*石塚 師也[1]、辻 健[2] (1.京都大学、2.九州大学)

11:45 ~ 12:00

[STT45-05] JICA-JAXA熱帯林早期警戒システム(JJ-FAST)による低バイオマス乾燥林火災箇所の検出

*渡辺 学[1]、コヤマ クリスティアン[1]、林 真智[2]、永谷 泉[2]、田殿 武雄[2]、島田 政信[1,2] (1.東京電機大学　理工学部、2.宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター)

12:00 ~ 12:15

[STT45-06] ALOS-2の定常運用で得られた成果について

★招待講演

*祖父江 真一[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

13:45 ~ 15:15 | 303 3F

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)、座長:木下 陽平(RESTEC)、阿部 隆博(JAXA)

13:45 ~ 14:00

[STT45-07] Estimation of velocity distribution of Shirase Glacier derived from SAR data obtained by ERS-1/2 tandem mission

*土井 浩一郎[1,2]、青山 雄一[1,2]、中村 和樹[3]、山之口 勤[4]、渋谷 和雄[1] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.日本大学工学部、4.リモート・センシング技術センター)

14:00 ~ 14:15

[STT45-08] ALOS-2のSARによって捉えられた2016年の大雨による釧路湿原の2.5m を超える地表変位

*藤原 智[1]、森下 遊[1]、中埜 貴元[1]、三浦 優司[1]、撹上 泰亮[1]、村松 弘規[1]、宇根 寛[1] (1.国土地理院)

14:15 ~ 14:30

[STT45-09] Surface deformation of Asama Volcano, Japan, detected by time-series InSAR combining persistent and distributed scatterers, 2014-2018

*青木 陽介[1]、Xiaowen Wang[1] (1.東京大学地震研究所)

14:30 ~ 14:45

[STT45-10] 主従画像詳細位置合わせによる航空機搭載-Lband-SAR（Pi-SAR-L2）干渉度の改善

*村上 亮[1]、古屋 正人[1]、小澤 拓[4]、高田 陽一郎[1]、青木 陽介[3]、島田 政信[2]、成田 翔平[1] (1.国立大学法人北海道大学、2.東京電機大学　理工学部　理工学科　建築・都市環境学系、3.東京大学地震研究所、4.防災科学技術研究所)

14:45 ~ 15:00

[STT45-11] SAR干渉法における電離圏遅延推定：分割スペクトル二重差分干渉画像を用いた手法の有用性

*小澤 拓[1] (1.防災科学技術研究所)

15:00 ~ 15:15

[STT45-12] 大気遅延補正を適用したSentinel-1 InSARによる2018年房総半島周辺でのスロースリップに伴う地表面変位の検出

*木下 陽平[1]、二村 忠宏[1]、古田 竜一[1] (1.一般財団法人リモート・センシング技術センター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

[STT45-P01] 気象研究所における干渉SAR対流圏遅延補正プログラムの開発（第2報）

*奥山 哲[1]、安藤 忍[1]、新堀 敏基[1] (1.気象研究所)

[STT45-P02] Mitigation of atmospheric delay in InSAR for fair estimate of crustal deformation at Azumayama volcano

*阿部 華菜[1]、小川 佳子[1]、久田 泰広[1]、出村 裕英[1]、小澤 拓[2]、三浦 哲[3]、日下部 玲[1]、荒井 雄大[1] (1.公立大学法人会津大学、2.防災科学技術研究所、3.東北大学大学院理学研究科)

[STT45-P03] 活火山の噴気地帯の干渉SAR解析結果に認められる特異な変位：箱根火山上湯地区の例

*道家 涼介[1]、板寺 一洋[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

[STT45-P04] Detection of Deformation Signals at Mud Volcanoes in Semau Island, Indonesia

*Naufal Setiawan[1]、Masato Furuya[1] (1.Hokkaido University)

[STT45-P05] ALOS-2/PALSAR-2を用いたデブリ氷河の氷河上湖の抽出

杵淵 千香子[2]、*奈良間 千之[1]、山之口 勤[3]、田殿 武雄[4] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.リモート・センシング技術センター、4.宇宙航空研究開発機構)

[STT45-P06] **ALOS-2/PALSAR-2による尾瀬ヶ原の水位変動の観測**

*岩立 渉[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P07] InSAR時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動2

*安藤 忍[1]、小林 昭夫[1] (1.気象研究所 地震津波研究部)

[STT45-P08] 長野県小谷村におけるパイプ歪計観測データを用いたInSAR解析結果の評価

*清澤 友弥[1]、佐藤 浩[2] (1.日本大学大学院理工学研究科地理学専攻、2.日本大学文理学部)

[STT45-P09] ALOS/PALSARの干渉SARを用いたDEM作成とその精度評価

*高橋 昂也[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P10] 干渉SAR時系列解析による日本全国の地盤変動監視に向けた取り組み

*林 京之介[1]、山下 達也[1]、桑原 將旗[1]、本田 昌樹[1]、酒井 和紀[1]、宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土交通省国土地理院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

[STT45-P01] 気象研究所における干渉SAR対流圏遅延補正プログラムの開発（第2報）

*奥山 哲[1]、安藤 忍[1]、新堀 敏基[1] (1.気象研究所)

[STT45-P02] Mitigation of atmospheric delay in InSAR for fair estimate of crustal deformation at Azumayama volcano

*阿部 華菜[1]、小川 佳子[1]、久田 泰広[1]、出村 裕英[1]、小澤 拓[2]、三浦 哲[3]、日下部 玲[1]、荒井 雄大[1] (1.公立大学法人会津大学、2.防災科学技術研究所、3.東北大学大学院理学研究科)

[STT45-P03] 活火山の噴気地帯の干渉SAR解析結果に認められる特異な変位：箱根火山上湯地区の例

*道家 涼介[1]、板寺 一洋[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

[STT45-P04] Detection of Deformation Signals at Mud Volcanoes in Semau Island, Indonesia

*Naufal Setiawan[1]、Masato Furuya[1] (1.Hokkaido University)

[STT45-P05] ALOS-2/PALSAR-2を用いたデブリ氷河の氷河上湖の抽出

杵淵 千香子[2]、*奈良間 千之[1]、山之口 勤[3]、田殿 武雄[4] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.リモート・センシング技術センター、4.宇宙航空研究開発機構)

[STT45-P06] **ALOS-2/PALSAR-2による尾瀬ヶ原の水位変動の観測**

*岩立 渉[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P07] InSAR時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動2

*安藤 忍[1]、小林 昭夫[1] (1.気象研究所 地震津波研究部)

[STT45-P08] 長野県小谷村におけるパイプ歪計観測データを用いたInSAR解析結果の評価

*清澤 友弥[1]、佐藤 浩[2] (1.日本大学大学院理工学研究科地理学専攻、2.日本大学文理学部)

[STT45-P09] ALOS/PALSARの干渉SARを用いたDEM作成とその精度評価

*高橋 昂也[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P10] 干渉SAR時系列解析による日本全国の地盤変動監視に向けた取り組み

*林 京之介[1]、山下 達也[1]、桑原 將旗[1]、本田 昌樹[1]、酒井 和紀[1]、宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土交通省国土地理院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

13:45 ~ 15:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-TT46] 最先端ベイズ統計学が拓く地震ビッグデータ解析

コンビーナ:長尾 大道(東京大学地震研究所)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、前田 拓人(弘前大学大学院理工学研究科)、矢野 恵佑(東京大学)、座長:吉光 奈奈(東京大学地震研究所)、松田 孟留(東京大学大学院情報理工学系研究科)

13:45 ~ 14:00

[STT46-01] A bad inversion result suggests bad modeling: 悪いインバージョン結果には理由がある

★招待講演

*深畑 幸俊[1]、八木 勇治[2] (1.京都大学防災研究所、2.筑波大学生命環境系)

14:00 ~ 14:15

[STT46-02] 稠密地震観測網における地震波動場の推定：MeSO-netにおける最適化

*椎名 高裕[1]、前田 拓人[2]、加納 将行[3]、加藤 愛太郎[1]、平田 直[1] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学大学院理工学研究科、3.東北大学理学研究科)

14:15 ~ 14:30

[STT46-03] Uncertainty quantification based on 4DVar data assimilation for massive simulation models

*伊藤 伸一[1]、加納 将行[2]、長尾 大道[1] (1.東京大学、2.東北大学)

14:30 ~ 14:45

[STT46-04] ベイズ統計を用いた余震活動のモデリングと確率予測

★招待講演

*近江 崇宏[1] (1.東京大学生産技術研究所)

14:45 ~ 15:00

[STT46-05] **Bias Correction for the Distribution of Aftershocks Within Short-Term Period Immediately After Large Main Shock**

*森川 耕輔[1]、長尾 大道[2]、伊藤 伸一[2]、酒井 慎一[2]、平田 直[2] (1.大阪大学、2.東京大学地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[STT46-06] Deep-learning-based Earthquake Detection for Continuous Seismic Network Records

*矢野 恵佑[1]、椎名 高裕[2]、倉田 澄人[1]、加藤 愛太郎[2]、駒木 文保[1]、酒井 慎一[2]、平田 直[2] (1.東京大学情報理工学研究科、2.東京大学地震研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[S-TT46] 最先端ベイズ統計学が拓く地震ビッグデータ解析

コンビーナ:長尾 大道(東京大学地震研究所)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、前田 拓人(弘前大学大学院理工学研究科)、矢野 恵佑(東京大学)

[STT46-P01] 深層学習を用いたP波初動の極性検出

*原 将太[1]、深畑 幸俊[2]、飯尾 能久[2] (1.京都大学 理学研究科 地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所)

[STT46-P02] Trans-dimensional Bayesian inversion for a radially anisotropic S-wave velocity model in the crust and upper mantle: Application to the Australian continent

*平 亨[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[STT46-P03] Seismic wavefield imaging based on dense seismic networks using replica exchange Monte Carlo method

*加納 将行[1]、長尾 大道[2,3]、永田 賢二[4,5]、伊藤 伸一[2,3]、長谷川 慶[2]、酒井 慎一[2]、中川 茂樹[2]、堀 宗朗[2]、平田 直[2] (1.東北大学理学研究科、2.東京大学地震研究所、3.東京大学情報理工学系研究科、4.産業総合技術研究所、5.科学技術振興機構)

[STT46-P04] ベイズ振動子分解による地震波データの解析

*松田 孟留[1] (1.東京大学)

[STT46-P05] Uncertainty evaluation of source parameter estimates by MCMC in Oklahoma

*吉光 奈奈[1]、前田 拓人[2]、William Ellsworth[3] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学、3.Stanford Univerisy)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_28

[S-TT46] 最先端ベイズ統計学が拓く地震ビッグデータ解析

コンビーナ:長尾 大道(東京大学地震研究所)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、前田 拓人(弘前大学大学院理工学研究科)、矢野 恵佑(東京大学)

[STT46-P01] 深層学習を用いたP波初動の極性検出

*原 将太[1]、深畑 幸俊[2]、飯尾 能久[2] (1.京都大学 理学研究科 地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所)

[STT46-P02] Trans-dimensional Bayesian inversion for a radially anisotropic S-wave velocity model in the crust and upper mantle: Application to the Australian continent

*平 亨[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[STT46-P03] Seismic wavefield imaging based on dense seismic networks using replica exchange Monte Carlo method

*加納 将行[1]、長尾 大道[2,3]、永田 賢二[4,5]、伊藤 伸一[2,3]、長谷川 慶[2]、酒井 慎一[2]、中川 茂樹[2]、堀 宗朗[2]、平田 直[2] (1.東北大学理学研究科、2.東京大学地震研究所、3.東京大学情報理工学系研究科、4.産業総合技術研究所、5.科学技術振興機構)

[STT46-P04] ベイズ振動子分解による地震波データの解析

*松田 孟留[1] (1.東京大学)

[STT46-P05] Uncertainty evaluation of source parameter estimates by MCMC in Oklahoma

*吉光 奈奈[1]、前田 拓人[2]、William Ellsworth[3] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学、3.Stanford Univerisy)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-CG49] ハードロック掘削科学～陸上掘削から深海底掘削、そしてオマーン～

コンビーナ:道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、高澤 栄一(新潟大学理学部地質科学科)、秋澤 紀克(東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門)、座長:道林 克禎

15:30 ~ 15:45

[SCG49-01] **Geochemical and Geochronological Constraints on the Origin and Emplacement of the East Taiwan Ophiolite: Implication for Subduction Initiation of the South China Sea.**

*林 秋婷[1]、ロン ハリス[2]、孫 衛東[1]、張 国良[1] (1.中国科学院海洋研究所深海研究中心、2.ブリガムヤング大学地質科学科)

15:45 ~ 16:05

[SCG49-02] Towards a complete profile of hydrothermal alteration in the lower oceanic crust and uppermost mantle; Insights from the Oman Drilling Project and ChikyuOman2017 and 2018

★Invited Papers

*Damon A H Teagle[1]、Michelle Harris[2]、Gretchen Früh-Green[3]、Eiichi TAKAZAWA[4]、 Katsuyoshi Michibayashi[5]、Peter B Kelemen[6]、Oman Drilling Project Science Team[1] (1.Ocean & Earth Science, National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton, SO14-3ZH, Southampton, UK、2.School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth University, UK、3.Earth Sciences, ETH Zürich, Switzerland、4.Geology, Niigata University, Japan、5.Earth and Planetary Sciences, Nagoya University, Japan、6.LDEO, Columbia University, New York, USA)

16:05 ~ 16:25

[SCG49-03] Peridotite alteration in OmanDP cores

★Invited Papers

*Peter B Kelemen[1]、Juan Carlos de Obeso[1]、Craig Manning[2]、Marguerite Godard[3]、Wolfgang Bach[4]、Merry Yue Cai[1]、Saebyul Choe[5]、Judith Coggon[6]、Eric Ellison[7]、Alireza Eslami[8]、Katy Evans[9]、Michelle Harris[10]、Wolf-Achim Kahl[4]、Jürg Matter[6]、Katsu Michibayashi[11]、Keichi Okazaki[12]、Philippe Pézard[3]、Damon A.H. Teagle[6]、Alexis Templeton[7]、OmanDP Oman Drilling Project Science Team (1.LDEO、2.UCLA、3.U. Montpellier、4.U. Bremen、5.AMNH、6.U. Southampton、7.U. Colorado、8.U. Tehran、9.Curtin U.、10.U. Plymouth、11.Nagoya U.、12.JAMSTEC)

16:25 ~ 16:40

[SCG49-04] Oman Drilling Project Phase 1 のリストヴェナイト中のドロマイト脈に薄い塩水からなる流体包有物があるぜよ

*川本 竜彦[1]、佐藤 宏樹[2]、髙橋 藤馬[3]、Juan Miguel Guotana[4]、森下 知晃[4]、Peter Kelemen[5]、Jude Coggon[6]、Michelle Harris[7]、Juerg Matter[6]、道林 克禎[8]、高澤 栄一[9]、Damon Teagle[6]、The Oman Drilling Project Phase 1 Science Party (1.Department of Geoscience, Faculty of Science, Shizuoka University、2.Faculty of Science, Kyoto University、3.Faculty of Geosciences and Civil Engineering, Kanazawa University、4.Division of Natural Sciences, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University、5.Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University、6.School of Ocean and Earth Science, National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton、7.School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth University、8.Department of Earth Planetary Sciences, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、9.Institute of Science and Technology, Niigata University)

16:40 ~ 17:00

[SCG49-05] Hydration and development of fracture network within oceanic lower crust: an evidence from CM1A of Oman Drilling

★Invited Papers

*岡本 敦[1]、吉田 一貴[1]、大柳 良介[2]、Oman Drilling Project Phase 2 Science Party[3] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.海洋研究開発機構、3.Oman Drillng Project Phase 2 Science Party)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:喜岡 新、野田 篤

9:00 ~ 9:15

[SCG56-25] 白鳳丸によるサウスサンドイッチ弧観測計画：世界最南端島弧-海溝系の成立・進化過程の解明にむけて

*山口 飛鳥[1]、谷 健一郎[2]、池原 実[3] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立科学博物館、3.高知大学海洋コア総合研究センター)

9:15 ~ 9:30

[SCG56-26] 2011年東北沖巨大地震震源域の三次元構造

*趙 大鵬[1]、Liu Xin[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

9:30 ~ 9:45

[SCG56-27] 巨大地震がもたらした超深海海溝底への莫大な有機炭素供給

*Kioka A.[1]、Schwestermann T.[1]、Moernaut J.[1]、Ikehara K.[2]、Kanamatsu T.[3]、McHugh C.M.[4]、dos Santos Ferreira C.[5]、Wiemer G.[5]、Haghipour N.[6]、Kopf A.J.[5]、Eglinton T.I.[6]、Strasser M.[1,5] (1.インスブルック大学、2.産業技術総合研究所、3.海洋研究開発機構、4.ニューヨーク市立大学、5.ブレーメン大学、6.スイス連邦工科大学チューリッヒ校)

9:45 ~ 10:00

[SCG56-28] 海溝充填堆積物はどのようにして地下深部へ沈み込むのか？

*野田 篤[1]、高下 裕章[2]、山田 泰広[3]、宮川 歩夢[1]、芦 寿一郎[2] (1.産業技術総合研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[SCG56-29] 高分解能SBPから得られた付加体斜面堆積盆の堆積構造とその形成過程の検討：室戸沖南海付加体の例

*大熊 祐一[1]、山口 飛鳥[1]、高下 裕章[1]、福地 里菜[1]、芦 寿一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[SCG56-30] 台風24号通過時に駿河湾北部で発生したと考えられる混濁流について ―OBSアレイが捉えた海底異常現象の痕跡―

*中尾 凪佐[1]、馬塲 久紀[2]、佐藤 比呂志[3]、鶴我 佳代子[4]、坂本 泉[2]、西宮 隆仁[5]、篠原 雅尚[3]、阿部 信太郎[6] (1.東海大学大学院、2.東海大学海洋学部海洋地球科学、3.東京大学地震研究所、4.東京海洋大学、5.気象庁気象研究所、6.公益財団法人　地震予知総合研究振興会)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P01] Signature of plume-ridge interaction on bathymetry and geochemistry along mid-ocean ridges: Insights from the Réunion Plume and Central Indian Ridge

*Clement Vincent[1]、Jung-Woo Park[1]、Sang-Mook Lee[1]、Jonguk Kim[2]、Sang-Joon Pak[2] (1.Seoul National University、2.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[SCG56-P02] Spreading rate and its stability of Chile Ridge near the Chile Triple Junction

*石原 隆仙[1]、松本 剛[1] (1.独立大学法人琉球大学)

[SCG56-P03] 南部チリ沖南極プレート上に発見した海山群

*富士原 敏也[1]、阿部 なつ江[2]、原田 尚美[3]、「みらい」MR16-09 Leg 2 乗船研究者 (1.海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、3.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター)

[SCG56-P04] 「みらい」MR16-09航海による海上重力測定：特にチリ三重点周辺の重力異常の特徴

*松本 剛[1]、石原 隆仙[1] (1.琉球大学理学部)

[SCG56-P05] 海洋底拡大初期のアファール凹地における磁気・MT探査

*吉村 令慧[1]、石川 尚人[2]、Kidane Tesfaye[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[5]、Muluneh Ameha[3]、北川 桐香[4]、池間 泰斗[6] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院人間・環境学研究科、3.アジスアベバ大学、4.山形大学理学部、5.熊本大学大学院先導機構、6.京都大学理学部)

[SCG56-P06] **四国海盆海洋コアコンプレックスの発達：背弧拡大が止まるとき**

*沖野 郷子[1]、小原 泰彦[2,3]、藤井 昌和[4]、羽入 朋子[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海上保安庁、3.海洋研究開発機構、4.国立極地研究所)

[SCG56-P07] Thermal evolution of the Lanzo orogenic peridotite massif in western Alps: implications on thermal structure near subcontinental lithosphere-asthenosphere boundary

*青木 智[1]、小澤 一仁[1]、Jean-Louis Bodinier[3]、Françoise Boudier[2] (1.東京大学、2.モンペリエ第二大学、3.Geosciences Montpellier)

[SCG56-P08] 南琉球及び中琉球の背弧海盆の形状の違いとテクトニクス

*荒井 晃作[1]、三澤 文慶[1]、井上 卓彦[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG56-P09] 御荷鉾帯と空知－エゾ帯中の苦鉄質岩の起源：地球化学的特徴とジルコンU-Pb年代およびシャツキー海台との比較

*木村 直人[1]、市山 祐司[1]、高橋 翔平[1]、伊藤 久敏[2]、田村 明弘[3]、森下 知晃[3] (1.千葉大学、2.電力中央研究所、3.金沢大学)

[SCG56-P10] Submersible magnetics reveals relationship between off-axis volcanism and hydrothermal systems of the Kairei and Yokoniwa fields at the Central Indian Ridge

*藤井 昌和[1]、沖野 郷子[2] (1.国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P11] 中部沖縄トラフ伊平屋北海丘および伊平屋小海嶺海域における船上重磁力調査：KR18-14 Leg1/Leg2航海速報

*北田 数也[1]、笠谷 貴史[1]、岩本 久則[1]、野木 義史[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立極地研究所)

[SCG56-P12] 沖縄トラフ東奄西熱水フィールドでの浅層科学掘削

*熊谷 英憲[1]、笠谷 貴史[1]、戸塚 修平[2]、川口 慎介[1]、町山 栄章[1]、飯島 耕一[1]、山本 浩文[1]、金子 純二[1]、大田 優介[3]、冨田 昇平[3]、小森 省吾[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[SCG56-P13] 沖縄トラフごんどうサイトの海底下の熱水変質鉱物の鉱物学的・地球化学的特徴

*石橋 純一郎[1,2]、戸塚 修平[2]、堤 映日[2]、塚本 成[2]、吉良 優佑[2]、島田 和彦[1]、山崎 徹[3]、池原 研[3]、長瀬 敏郎[4]、高谷 雄太郎[5,9]、池端 慶[6]、後藤 隆嗣[7]、郷津 知太郎[7]、新城 竜一[8]、町山 栄章[9]、飯島 耕一[9]、山本 浩文[9]、熊谷 英憲[9] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所、4.東北大学

総合学術博物館、5.早稲田大学創造理工学部、6.筑波大学生命環境系、7.蒜山地質年代学研究所、8.琉球大学理学部、9.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)

[SCG56-P14] New type of self-potential anomaly observed near a hydrothermal site of Oomuro-dashi volcano, Izu-Ogasawara arc

*川田 佳史[1,2]、笠谷 貴史[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.海洋研究開発機構)

[SCG56-P15] 熱水流動-地球化学連成解析による海底熱水鉱床の形成シミュレーション

*藤田　クラウディア[1]、山本 肇[1]、石橋 純一郎[2]、辻 健[3] (1.大成建設株式会社、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)

[SCG56-P16] 南鳥島レアアース泥の鉱物組成および粒度分布：超高濃度レアアース泥の生成機構への示唆

*酒井 巧[1]、田中 えりか[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2,1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[SCG56-P17] 南鳥島EEZのレアアース泥に含まれるマイクロマンガンノジュールの地球化学的及び形態的特徴

*木野 聡志[1]、安川 和孝[1,2]、浅見 慶志朗[1]、田中 えりか[1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源センター)

[SCG56-P18] 堆積層基盤PS変換波の走時解析に基づく日本・千島海溝域の堆積層厚さ分布

*東 龍介[1]、豊国 源知[1]、高木 涼太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、中山 貴史[1]、内田 直希[1]、日野 亮太[1] (1.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター)

[SCG56-P19] プレート沈み込み帯における水深測量データのみを用いた臨界尖形理論の検討

*高下 裕章[1]、芦 寿一郎[1]、朴 進午[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P20] 高分解能浅部構造探査と精密照準採泥による相模湾断層の活構造

*芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[2]、奥津 なつみ[1]、三澤 文慶[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P21] 南海トラフ海域の断層分布と構造的特徴

*新井 麗[1]、高橋 成実[1]、勝山 美奈子[1]、田中 恵介[1]、鎌田 弘己[1]、佐藤 智之[2]、井上 卓彦[2]、金田 義行[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.香川大学)

[SCG56-P22] 海底地震計で捉えた中部琉球海溝での地震活動

*屋嘉部 蓮[1]、中村 衛[1]、山下 裕亮[2]、篠原 雅尚[3]、山田 知朗[3]、塩原 肇[3]、望月 公廣[3] (1.琉球大学理学部物質地球科学科、2.京都大学防災研究所、3.東京大学地震研究所)

[SCG56-P23] Po/So波から推定した九州下に沈み込んだフィリピン海プレートの地震学的構造

*志藤 あずさ[1] (1.九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター)

[SCG56-P24] スマトラ北西沖外縁隆起帯で視認される斜面崩壊地形とその分布

*平田 賢治[1]、富士原 敏也[2]、三澤 文慶[3]、荒井 晃作[3] (1.防災科学技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P25] Origin and migration of fluid in the Sumatra subduction input: application of a geochronological method using a long-lived radioisotope of dissolved iodine

*尾張 聡子[1]、戸丸 仁[1] (1.千葉大学大学院理学研究科)

[SCG56-P26] 深海マッピングの新時代への挑戦: 無人海底地形調査の国際大会 “Shell Ocean Discovery XPRIZE”

*住吉 昌直[1] (1.海上保安庁海洋情報部)

[SCG56-P27] Prototype of deep-sea ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using “A-0-A” approach for detection of long-term crustal deformation

*太田 雄策[1]、日野 亮太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、西間木 佑衣[1]、梶川 宏明[2]、小畠 時彦[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.産業技術総合研究所計量標準総合センター)

[SCG56-P28] 広帯域海底地震計観測の高度化へ向けて：ノイズ低減と表面波アレイ分散計測

*川野 由貴[1]、一瀬 建日[1]、川勝 均[1]、竹尾 明子[1]、塩原 肇[1] (1.東京大学地震研究所)

[SCG56-P29] 海底基盤岩研究に於けるハイテク・ドレッジの有用性と課題。 - -海底岩石のリアルタイムモニタリングドレッジを目指して- -

*石井 輝秋[1]、樹田 行弘[2]、坂本 泉[3]、町田 嗣樹[4] (1.静岡大学防災総合センター　ishiiteruaki@hotmail.com、2.海洋研究開発機構、3.東海大学、4.千葉工業大学)

[SCG56-P30] 日本周辺海域の断層データベース・システムの構築

*鎌田 弘己[1]、高橋 成実[1,2]、田中 恵介[1]、新井 麗[1]、勝山 美奈子[1]、仲西 理子[1]、藤原 広行[2]、大角 恒雄[2]、井上 卓彦[3]、佐藤 智之[3]、金田 義行[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人防災科学技術研究所、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所、4.香川大学)

[SCG56-P31] 複数の海底反射強度データを統合する方法

*町田 嗣樹[1,2]、佐藤 太一[3]、安川 和孝[2] (1.千葉工業大学　次世代海洋資源研究センター、2.東京大学、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P32] ETOPO1を用いた海洋の平均水深の精密計算

*原田 靖[1]、堀内 沙恵[1] (1.東海大学 海洋学部 海洋地球科学科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_29

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P01] Signature of plume-ridge interaction on bathymetry and geochemistry along mid-ocean ridges: Insights from the Réunion Plume and Central Indian Ridge

*Clement Vincent[1]、Jung-Woo Park[1]、Sang-Mook Lee[1]、Jonguk Kim[2]、Sang-Joon Pak[2] (1.Seoul National University、2.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[SCG56-P02] Spreading rate and its stability of Chile Ridge near the Chile Triple Junction

*石原 隆仙[1]、松本 剛[1] (1.独立大学法人琉球大学)

[SCG56-P03] 南部チリ沖南極プレート上に発見した海山群

*富士原 敏也[1]、阿部 なつ江[2]、原田 尚美[3]、「みらい」MR16-09 Leg 2 乗船研究者 (1.海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、3.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター)

[SCG56-P04] 「みらい」MR16-09航海による海上重力測定：特にチリ三重点周辺の重力異常の特徴

*松本 剛[1]、石原 隆仙[1] (1.琉球大学理学部)

[SCG56-P05] 海洋底拡大初期のアファール凹地における磁気・MT探査

*吉村 令慧[1]、石川 尚人[2]、Kidane Tesfaye[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[5]、Muluneh Ameha[3]、北川 桐香[4]、池間 泰斗[6] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院人間・環境学研究科、3.アジスアベバ大学、4.山形大学理学部、5.熊本大学大学院先導機構、6.京都大学理学部)

[SCG56-P06] **四国海盆海洋コアコンプレックスの発達：背弧拡大が止まるとき**

*沖野 郷子[1]、小原 泰彦[2,3]、藤井 昌和[4]、羽入 朋子[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海上保安庁、3.海洋研究開発機構、4.国立極地研究所)

[SCG56-P07] Thermal evolution of the Lanzo orogenic peridotite massif in western Alps: implications on thermal structure near subcontinental lithosphere-asthenosphere boundary

*青木 智[1]、小澤 一仁[1]、Jean-Louis Bodinier[3]、Françoise Boudier[2] (1.東京大学、2.モンペリエ第二大学、3.Geosciences Montpellier)

[SCG56-P08] 南琉球及び中琉球の背弧海盆の形状の違いとテクトニクス

*荒井 晃作[1]、三澤 文慶[1]、井上 卓彦[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG56-P09] 御荷鉾帯と空知－エゾ帯中の苦鉄質岩の起源：地球化学的特徴とジルコンU-Pb年代およびシャツキー海台との比較

*木村 直人[1]、市山 祐司[1]、高橋 翔平[1]、伊藤 久敏[2]、田村 明弘[3]、森下 知晃[3] (1.千葉大学、2.電力中央研究所、3.金沢大学)

[SCG56-P10] Submersible magnetics reveals relationship between off-axis volcanism and hydrothermal systems of the Kairei and Yokoniwa fields at the Central Indian Ridge

*藤井 昌和[1]、沖野 郷子[2] (1.国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P11] 中部沖縄トラフ伊平屋北海丘および伊平屋小海嶺海域における船上重磁力調査：KR18-14 Leg1/Leg2航海速報

*北田 数也[1]、笠谷 貴史[1]、岩本 久則[1]、野木 義史[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立極地研究所)

[SCG56-P12] 沖縄トラフ東奄西熱水フィールドでの浅層科学掘削

*熊谷 英憲[1]、笠谷 貴史[1]、戸塚 修平[2]、川口 慎介[1]、町山 栄章[1]、飯島 耕一[1]、山本 浩文[1]、金子 純二[1]、大田 優介[3]、冨田 昇平[3]、小森 省吾[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[SCG56-P13] 沖縄トラフごんどうサイトの海底下の熱水変質鉱物の鉱物学的・地球化学的特徴

*石橋 純一郎[1,2]、戸塚 修平[2]、堤 映日[2]、塚本 成[2]、吉良 優佑[2]、島田 和彦[1]、山崎 徹[3]、池原 研[3]、長瀬 敏郎[4]、高谷 雄太郎[5,9]、池端 慶[6]、後藤 隆嗣[7]、郷津 知太郎[7]、新城 竜一[8]、町山 栄章[9]、飯島 耕一[9]、山本 浩文[9]、熊谷 英憲[9] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所、4.東北大学

総合学術博物館、5.早稲田大学創造理工学部、6.筑波大学生命環境系、7.蒜山地質年代学研究所、8.琉球大学理学部、9.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)

[SCG56-P14] New type of self-potential anomaly observed near a hydrothermal site of Oomuro-dashi volcano, Izu-Ogasawara arc

*川田 佳史[1,2]、笠谷 貴史[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.海洋研究開発機構)

[SCG56-P15] 熱水流動-地球化学連成解析による海底熱水鉱床の形成シミュレーション

*藤田　クラウディア[1]、山本 肇[1]、石橋 純一郎[2]、辻 健[3] (1.大成建設株式会社、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)

[SCG56-P16] 南鳥島レアアース泥の鉱物組成および粒度分布：超高濃度レアアース泥の生成機構への示唆

*酒井 巧[1]、田中 えりか[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2,1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[SCG56-P17] 南鳥島EEZのレアアース泥に含まれるマイクロマンガンノジュールの地球化学的及び形態的特徴

*木野 聡志[1]、安川 和孝[1,2]、浅見 慶志朗[1]、田中 えりか[1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源センター)

[SCG56-P18] 堆積層基盤PS変換波の走時解析に基づく日本・千島海溝域の堆積層厚さ分布

*東 龍介[1]、豊国 源知[1]、高木 涼太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、中山 貴史[1]、内田 直希[1]、日野 亮太[1] (1.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター)

[SCG56-P19] プレート沈み込み帯における水深測量データのみを用いた臨界尖形理論の検討

*高下 裕章[1]、芦 寿一郎[1]、朴 進午[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P20] 高分解能浅部構造探査と精密照準採泥による相模湾断層の活構造

*芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[2]、奥津 なつみ[1]、三澤 文慶[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P21] 南海トラフ海域の断層分布と構造的特徴

*新井 麗[1]、高橋 成実[1]、勝山 美奈子[1]、田中 恵介[1]、鎌田 弘己[1]、佐藤 智之[2]、井上 卓彦[2]、金田 義行[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.香川大学)

[SCG56-P22] 海底地震計で捉えた中部琉球海溝での地震活動

*屋嘉部 蓮[1]、中村 衛[1]、山下 裕亮[2]、篠原 雅尚[3]、山田 知朗[3]、塩原 肇[3]、望月 公廣[3] (1.琉球大学理学部物質地球科学科、2.京都大学防災研究所、3.東京大学地震研究所)

[SCG56-P23] Po/So波から推定した九州下に沈み込んだフィリピン海プレートの地震学的構造

*志藤 あずさ[1] (1.九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター)

[SCG56-P24] スマトラ北西沖外縁隆起帯で視認される斜面崩壊地形とその分布

*平田 賢治[1]、富士原 敏也[2]、三澤 文慶[3]、荒井 晃作[3] (1.防災科学技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P25] Origin and migration of fluid in the Sumatra subduction input: application of a geochronological method using a long-lived radioisotope of dissolved iodine

*尾張 聡子[1]、戸丸 仁[1] (1.千葉大学大学院理学研究科)

[SCG56-P26] 深海マッピングの新時代への挑戦: 無人海底地形調査の国際大会 “Shell Ocean Discovery XPRIZE”

*住吉 昌直[1] (1.海上保安庁海洋情報部)

[SCG56-P27] Prototype of deep-sea ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using “A-0-A” approach for detection of long-term crustal deformation

*太田 雄策[1]、日野 亮太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、西間木 佑衣[1]、梶川 宏明[2]、小畠 時彦[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.産業技術総合研究所計量標準総合センター)

[SCG56-P28] 広帯域海底地震計観測の高度化へ向けて：ノイズ低減と表面波アレイ分散計測

*川野 由貴[1]、一瀬 建日[1]、川勝 均[1]、竹尾 明子[1]、塩原 肇[1] (1.東京大学地震研究所)

[SCG56-P29] 海底基盤岩研究に於けるハイテク・ドレッジの有用性と課題。 - -海底岩石のリアルタイムモニタリングドレッジを目指して- -

*石井 輝秋[1]、樹田 行弘[2]、坂本 泉[3]、町田 嗣樹[4] (1.静岡大学防災総合センター　ishiiteruaki@hotmail.com、2.海洋研究開発機構、3.東海大学、4.千葉工業大学)

[SCG56-P30] 日本周辺海域の断層データベース・システムの構築

*鎌田 弘己[1]、高橋 成実[1,2]、田中 恵介[1]、新井 麗[1]、勝山 美奈子[1]、仲西 理子[1]、藤原 広行[2]、大角 恒雄[2]、井上 卓彦[3]、佐藤 智之[3]、金田 義行[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人防災科学技術研究所、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所、4.香川大学)

[SCG56-P31] 複数の海底反射強度データを統合する方法

*町田 嗣樹[1,2]、佐藤 太一[3]、安川 和孝[2] (1.千葉工業大学　次世代海洋資源研究センター、2.東京大学、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P32] ETOPO1を用いた海洋の平均水深の精密計算

*原田 靖[1]、堀内 沙恵[1] (1.東海大学 海洋学部 海洋地球科学科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)、座長:小野 重明(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

10:45 ~ 11:00

[SCG60-01] チリ三重会合点におけるMR18-06'EPIC'航海レグ2調査概要

*木下 正高[1,5]、岩森 光[1,5]、西川 友章[2]、安間 了[3]、Lagarrigue Sofia[4]、阿部 なつ江[5]、横山 由香[6]、Espinosa Andres[4]、Cortes Alessandra [7]、Prado Gabriela[7]、Bascuñan Ivan [7]、原口 悟[5]、太田　耕輔[9]、折橋 裕二[8]、中尾 魁史[8]、沼田 翔伍[8]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[10]、伊藤 亜妃[5]、 Pérez-Estay Nicolás [11] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所、3.徳島大学、4.チリカトリカ大学、5.海洋研究開発機構、6.東海大学海洋学部、7.アンドレス・ベロ大学、8.弘前大学、9.東京大学大気海洋研究所、10.神戸大学理学研究科、11.チリ外務省)

11:00 ~ 11:15

[SCG60-02] 北海道沖千島海溝の海側における熱流量測定

*佐々木 肯太[1]、山野 誠[1]、川田 佳史[2]、木下 正高[1]、川村 喜一郎[3] (1.東京大学地震研究所、2.東北大学災害科学国際研究所、3.山口大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG60-03] Comparison of experimental and intermediate-depth earthquake b-value: difference in hydration degree of the oceanic mantle between Tohoku and Hokkaido

★招待講演

*北 佐枝子[1]、Thomas Ferrand[2] (1.建築研究所、2.東京大学地震研究所)

11:30 ~ 11:45

[SCG60-04] Variations in bend faulting and the nature of the incoming oceanic plate off northeast Japan arc

*藤江 剛[1]、尾鼻 浩一郎[1]、山本 揚二朗[1]、山田 知朗[2]、一瀬 建日[2]、小平 秀一[1]、三浦 誠一[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所)

11:45 ~ 12:00

[SCG60-05] 日本海溝南部、福島・茨城沖海溝軸周辺の地震活動

*尾鼻 浩一郎[1]、藤江 剛[1]、山本 揚二朗[1]、海宝 由佳[1]、中村 恭之[1]、三浦 誠一[1]、高橋 努[1]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構　地震津波海域観測研究開発センター)

12:00 ~ 12:15

[SCG60-06] アウターライズ断層の強度に対する岩石・水相互作用の影響

★招待講演

*平内 健一[1] (1.静岡大学理学部地球科学科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)、座長:山野 誠(東京大学地震研究所)

13:45 ~ 14:00

[SCG60-07] Seismic image of the incoming oceanic crust entering the central part of the Japan Trench: structural variation caused by petite-spot, bend fault and seamount

*小平 秀一[1,2]、大平 茜[1,2]、藤江 剛[1]、野 徹雄[1]、中村 恭之[1]、海宝 由佳[1]、三浦 誠一[1] (1.海洋研究開発機構　地震津波海域観測研究開発センター、2.横浜国立大学　横浜国立大学大学院環境情報研究院・学府)

14:00 ~ 14:15

[SCG60-08] アウターライズ地震津波の津波高予測における計算パラメタの依存性

*馬場 俊孝[1]、近貞 直孝[2]、中村 恭之[3]、藤江 剛[3]、尾鼻 浩一郎[3]、三浦 誠一[3]、小平 秀一[3] (1.徳島大学大学院産業理工学研究部、2.防災科学技術研究所、3.海洋研究開発機構)

14:15 ~ 14:30

[SCG60-09] 昭和三陸沖地震（Mw 8.4）破壊域の海底地形データ解析とマルチチャンネル反射法地震探査

*羽入 朋子[1]、朴 進午[1]、木戸 ゆかり[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[SCG60-10] 海洋プレート上の堆積物の沈み込む前の堆積過程と変形過程：北西太平洋とスマトラ沖の例

★招待講演

*川村 喜一郎[1] (1.山口大学)

14:45 ~ 15:00

[SCG60-11] アセノスフェア組成の探究：新青丸KS-18-9航海による「直プチ」調査

*平野 直人[1]、油谷 拓[2,1]、桂木 悠希[1]、Oalmann Jeffrey[3]、Rodriguez Fidel[3]、Onboard Scientific Party KS-18-9 (1.東北大学、2.バイロイト大学、3.ナンヤン工科大学)

15:00 ~ 15:15

[SCG60-12] 沈み込み帯で起こる海洋プレートによるアルゴンのインプット

*小野 重明[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)

[SCG60-P01] 2006年及び2007年千島列島沖地震による津波のシミュレーション
発表キャンセル

*赤井 啓嗣[1] (1.徳島大学大学院先端技術科学教育部)

[SCG60-P02] 反射法地震探査データを用いた南海トラフ沈み込み前海洋地殻の地震波アトリビュート変化

*山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、仲西 理子[1]、朴 進午[2]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門)

[SCG60-P03] 南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

*小舘 玲乃[1]、中西 正男[2] (1.千葉大学大学院　融合理工学府　地球環境科学専攻　地球科学コース、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SCG60-P04] 2次元重合前深度マイグレーションによる宮城沖日本海溝沈み込み帯の地質構造

*郭 晨[1]、朴 進午[1] (1.東京大学)

[SCG60-P05] 日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの低比抵抗部について

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1]、笠谷 貴史[2]、市原 寛[3]、山野 誠[4] (1.京都大学大学院工学研究科、2.海洋研究開発機構、3.名古屋大学大学院環境学研究科、4.東京大学地震研究所)

[SCG60-P06] Geochemical variations of the asthenosphere inferred from the geochemistry of petit-spot lavas in the NW Pacific plate

*桂木 悠希[1]、平野 直人[1]、清水 健二[2]、Costa Fidel[3]、Oalmann Jaffrey[3]、油谷 拓[1] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構高知コア研究所、3.南洋理工大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_30

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)

[SCG60-P01] 2006年及び2007年千島列島沖地震による津波のシミュレーション

*赤井 啓嗣[1] (1.徳島大学大学院先端技術科学教育部)

[SCG60-P02] 反射法地震探査データを用いた南海トラフ沈み込み前海洋地殻の地震波アトリビュート変化

*山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、仲西 理子[1]、朴 進午[2]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門)

[SCG60-P03] 南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

*小舘 玲乃[1]、中西 正男[2] (1.千葉大学大学院　融合理工学府　地球環境科学専攻　地球科学コース、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SCG60-P04] 2次元重合前深度マイグレーションによる宮城沖日本海溝沈み込み帯の地質構造

*郭 晨[1]、朴 進午[1] (1.東京大学)

[SCG60-P05] 日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの低比抵抗部について

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1]、笠谷 貴史[2]、市原 寛[3]、山野 誠[4] (1.京都大学大学院工学研究科、2.海洋研究開発機構、3.名古屋大学大学院環境学研究科、4.東京大学地震研究所)

[SCG60-P06] Geochemical variations of the asthenosphere inferred from the geochemistry of petit-spot lavas in the NW Pacific plate

*桂木 悠希[1]、平野 直人[1]、清水 健二[2]、Costa Fidel[3]、Oalmann Jaffrey[3]、油谷 拓[1] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構高知コア研究所、3.南洋理工大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールA 2F

[S-CG61] 変動帯ダイナミクス

コンビーナ:深畑 幸俊(京都大学防災研究所)、竹下 徹(北海道大学大学院理学院自然史科学専攻)、岩森 光(海洋研究開発機構・地球内部物質循環研究分野)、座長:竹下 徹、小林 健太

13:45 ~ 14:00

[SCG61-01] 鳥取県西部地域における断層発達過程

*小林 健太[1] (1.新潟大学理学部地質科学教室)

14:00 ~ 14:15

[SCG61-02] 0.1満点地震観測による2000年鳥取県西部地震震源域の非弾性変形検出（２）

★招待講演

*松本 聡[1]、飯尾 能久[2]、酒井 慎一[3]、加藤 愛太郎[3]、澁谷 拓郎[2]、林田 祐人[4]、0.1満点地震 観測グループ (1.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、2.京都大学防災研究所、3.東京大学地震研究所、4.九州大学大学院理学府)

14:15 ~ 14:30

[SCG61-03] Non-double couple micro-earthquakes in the focal area of the 2000 Western Tottori earthquake (M7.3) by "0.1 manten" hyper dense seismic observation

*林田 祐人[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、酒井 慎一[4]、加藤 愛太郎[4]、0.1満点 地震観測グループ (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所、4.東京大学地震研究所)

14:30 ~ 14:45

[SCG61-04] 鳥取県西部から島根県西部にかけての応力場–稠密地震観測による-

*飯尾 能久[1]、満点地震 観測グループ、鳥取県西部 満点地震観測班 (1.京都大学防災研究所)

14:45 ~ 15:00

[SCG61-05] Modeling the spatiotemporal change in stress field around Hinagu fault zone through the 2016 Kumamoto earthquake sequence, in central Kyushu, Japan

*光岡 郁穂[1]、松本 聡[2]、志藤 あずさ[2]、山下 裕亮[3]、中元 真美[4]、宮崎 真大[3]、酒井 慎一[5]、飯尾 能久[3]、2016年熊本地震合同地震観測グループ (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所、4.地震予知総合研究振興会、5.東京大学地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[SCG61-06] 西南日本、三重県の中央構造線断層帯の発展：歪の局所化と軟化についての一解釈

*竹下 徹[1]、Dong Bui[1]、Thomas Czertowicz[1]、荒井 駿[2]、山本 貴史[3]、安東 淳一[3]、重松 紀生[4]、藤本 光一郎[5] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2.東北大学理学研究科地学専攻、3.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、4.産業技術総合研究所、5.東京学芸大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | コンベンションホールA 2F

[S-CG61] 変動帯ダイナミクス

コンビーナ:深畑 幸俊(京都大学防災研究所)、竹下 徹(北海道大学大学院理学院自然史科学専攻)、岩森 光(海洋研究開発機構・地球内部物質循環研究分野)、座長:岡田 知巳、安藤 亮輔(東京大学大学院理学系研究科)

15:30 ~ 15:45

[SCG61-07] **What caused the Main Himalayan Thrust (MHT) to ramp? Insights from analogue and numerical models**

*Subhajit Ghosh[1,2]、Arijit Laik[2]、Santanu Bose[2,3]、Nibir Mandal[4] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-Ku, Tokyo 113-0032、2.Department of Geology, University of Calcutta, 35, Ballygunge Circular Road, Kolkata 700019, India、3.Department of Geology, Presidency University, 86/1 College Street, Kolkata 700073, India、4.Department of Geological Sciences, Jadavpur University, Kolkata 700032, India)

15:45 ~ 16:00

[SCG61-08] Control of fault weakening on the structural styles of underthrusting-dominated non-cohesive tectonic wedges

*Arthur Bauville[1]、Mikito Furuichi[1] (1.Department of Mathematical Science and Advanced Techology, JAMSTEC)

16:00 ~ 16:15

[SCG61-09] **Complexity of the 2016 *M* 7.8 Kaikoura, New Zealand, earthquake from seismic observation: inferences of overpressured fluid involvement**

*岡田 知己[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、Lanza Federica[4]、Thurber Clliford[4]、松野 弥愛[1]、河村 優太[2]、佐藤 将[1]、Bannister Stephen[5]、Ristau John[5]、Savage Martha[6]、Townend John[6]、Petttinga Jarg[7]、Ghisetti Francesca[8]、Sibson Richard[9] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所、4.University of Wisconsin-Madison, U.S.A.、5.GNS Science, New Zealand、6.Victoria University of Wellington, New Zealand、7.University of Canterbury, New Zealand、8.TerraGeoLogica, New Zealand、9.University of Otago, New Zealand)

16:15 ~ 16:30

[SCG61-10] Dynamic Rupture Simulation Reproduces Spontaneous Multifault Rupture and Arrest During the 2016 Mw 7.9 Kaikoura Earthquake

*安藤 亮輔[1]、Kaneko Yoshihiro[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.GNS science)

16:30 ~ 16:45

[SCG61-11] Ductile deformation explains the physics of friction and genesis of earthquakes

*James Daniel Paul Moore[1]、Stefan Nielsen[2]、Lars N Hansen[3] (1.Earth Observatory of Singapore、2.University of Durham、3.University of Oxford)

16:45 ~ 17:00

[SCG61-12] アスペリティー破壊の地震モーメントと応力降下量，並びに歪みエネルギー解放量

*松浦 充宏[1] (1.統計数理研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-BG 地球生命科学・地圏生物圏相互作用

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[B-BG01] Elemental cycling in terrestrial and coastal ecosystems- Carbon and Nitrogen perspectives

コンビーナ:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

[BBG01-P01] Forest-CEW: A Forest Ecosystems Model for Carbon-Energy-Water Processes.

*Zhenghong Tan[1] (1.Hainan University China)

[BBG01-P02] **Interdependent Dynamics of LAI-ET across Roofing Landscapes: the Mongolian and Tibetan Plateaus**

*Li Tian[1] (1.Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences)

[BBG01-P03] **Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh**

*Islam Nazrul nazrulislam6727@gmail.com[1]、Tanzina Tul Karim[1]、Rasheda Nahida[1]、Nusrat Mousume[1]、Farha Jeba[1]、Abdus Salam[1] (1.Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh)

[BBG01-P04] **Diversity and activity of diazotrophs in the coastal waters of Southeastern Arabian Sea (SEAS)**

*JABIR THAJUDEEN[1]、Mohamed Hatha Abdullah (1.Cochin University of Science and Technology India)

[BBG01-P05] **Bloom of *Palmerina hardmaniana*, a marine centric planktonic diatom in a coastal mangrove ecosystem- implication for coastal carbon cycling**

*Punyasloke Bhadury[1] (1.Centre for Climate and Environmental Studies and Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

[BBG01-P06] Dynamics of Carbon and Nitrogen influx in large river system: Isotopic study from river Ganga, India

*Anurag Kumar[1]、Prasanta Sanyal[1,2]、Punyasloke Bhadury[3,2] (1.Department of Earth Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、2.Centre for Climate and Environmental studies, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、3.Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India)

[E] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-BG 地球生命科学・地圏生物圏相互作用

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[B-BG01] Elemental cycling in terrestrial and coastal ecosystems- Carbon and Nitrogen perspectives

コンビーナ:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

[BBG01-P01] Forest-CEW: A Forest Ecosystems Model for Carbon-Energy-Water Processes.

*Zhenghong Tan[1] (1.Hainan University China)

[BBG01-P02] **Interdependent Dynamics of LAI-ET across Roofing Landscapes: the Mongolian and Tibetan Plateaus**

*Li Tian[1] (1.Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences)

[BBG01-P03] **Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh**

*Islam Nazrul nazrulislam6727@gmail.com[1]、Tanzina Tul Karim[1]、Rasheda Nahida[1]、Nusrat Mousume[1]、Farha Jeba[1]、Abdus Salam[1] (1.Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh)

[BBG01-P04] **Diversity and activity of diazotrophs in the coastal waters of Southeastern Arabian Sea (SEAS)**

*JABIR THAJUDEEN[1]、Mohamed Hatha Abdullah (1.Cochin University of Science and Technology India)

[BBG01-P05] **Bloom of *Palmerina hardmaniana*, a marine centric planktonic diatom in a coastal mangrove ecosystem- implication for coastal carbon cycling**

*Punyasloke Bhadury[1] (1.Centre for Climate and Environmental Studies and Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

[BBG01-P06] Dynamics of Carbon and Nitrogen influx in large river system: Isotopic study from river Ganga, India

*Anurag Kumar[1]、Prasanta Sanyal[1,2]、Punyasloke Bhadury[3,2] (1.Department of Earth Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、2.Centre for Climate and Environmental studies, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、3.Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India)

[E] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-BG 地球生命科学・地圏生物圏相互作用

15:30 ~ 17:00 | 201A 2F

[B-BG01] Elemental cycling in terrestrial and coastal ecosystems- Carbon and Nitrogen perspectives

コンビーナ:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)、座長:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

15:35 ~ 16:00

[BBG01-01] **Modelling nitrogen and carbon cycles in Hooghly estuary along with adjacent mangrove ecosystem**

★Invited Papers

*Santanu Ray[1] (1.Systems ecology and ecological modelling laboratory, Dept. of Zoology, Visva-Bharati University, Santiniketan 731235, India)

16:00 ~ 16:15

[BBG01-02] ^{17}O-rich nitrate as a tracer for constraining nitrogen transformations in coastal sediments

*Chawalit Charoenpong[1,2]、Scott D Wankel[2]、Carolyn Buchwald[3,2]、Wiebke Ziebis[4] (1.Chulalongkorn University、2.Woods Hole Oceanographic Institution、3.Dalhousie University、4.University of Southern California)

16:15 ~ 16:30

[BBG01-03] **Exploring changes in bacterioplankton community structure in response to tannic acid, a major component of litterfall, in a mangrove ecosystem: a laboratory mesocosm approach**

*Anwesha Ghosh[1] (1.Integrative Tax Microb Ecol Res Group, Dept. of Biol Sci, IISERK)

16:30 ~ 16:45

[BBG01-04] **Diel variations of dissolved inorganic carbon in the Pearl River plume and the northern South China Sea shelf upwelling during summer**

*Wei-Jen Huang[1]、Kai-Jung Kao[1]、Yu-Shih Lin[1]、James T. Liu[1]、Chen-Tung Arthur Chen[1] (1.National Sun Yat-sen University)

16:45 ~ 17:00

[BBG01-05] **Spatial and vertical variations of carbon and nitrogen isotopes of larch forest and NDVI in Eastern Siberia**

*Aleksandr Nogovitcyn[1]、Atsuko Sugimoto[2]、Ruslan Shakhmatov[1]、Tomoki Morozumi[1]、Shunsuke Tei[2]、Yumiko Miyamoto[2]、Trofim Maximov[3,4] (1.Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, Japan、2.Arctic Research Center, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, Japan、3.Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Blanch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Yakutia, Russia、4.International Center for Biogeoscience Educational and Scientific Trainings (BEST), North-Eastern Federal University, Yakutsk, Yakutia, Russia)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | A07 東京ベイ幕張ホール

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)、座長:黒柳 あずみ(東北大学)、Kan Hsiung(海洋研究開発機構)

9:00 ~ 9:15

[MIS02-01] 南シナ海IODP Exp.367 U1499における浮遊性有孔虫生層序

*古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学　総合理工学研究科)

9:15 ~ 9:30

[MIS02-02] High heat with slow cooling of rift margin in the South China Sea, IODP Exp.368

*坂口 有人[1,2]、大園 宣明[1]、中野 敬太[1] (1.山口大学、2.海洋研究開発機構)

9:30 ~ 9:45

[MIS02-03] 酸化的な遠洋性堆積物中に存在する大量の微小マンガン粒について（IODP Exp. 329）

*浦本 豪一郎[1,2]、諸野 祐樹[2]、富岡 尚敬[2]、若木 重行[2]、中田 亮一[2]、和穎 朗太[3]、上杉 健太朗[4]、竹内 晃久[4]、星野 真人[4]、鈴木 芳生[4,5]、光延 聖[6]、白石 史人[7]、菅 大暉[5]、武市 泰男[8]、高橋 嘉夫[5]、稲垣 史生[2] (1.高知大学、2.海洋研究開発機構、3.農業・食品産業技術総合研究機構、4.高輝度光科学研究センター、5.東京大学、6.愛媛大学、7.広島大学、8.高エネルギー加速器研究機構)

9:45 ~ 10:00

[MIS02-04] **Regional stratigraphic framework, Gas Hydrate occurrence and distribution of National Gas Hydrate Program Expedition 02 (NGHP-02) Area-B, offshore eastern India**

*熊 衍昕[1]、斎藤 実篤[1]、金松 敏也[1]、真田 佳典[1]、山田 泰広[1]、MOE KYAW[1]、濱田 洋平[1]、中村 恭之[1]、呉 泓昱[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[MIS02-05] Fluid flow and diagenetic process in frontal thrust zone off Cape Muroto in the Nankai Trough

*井尻 暁[1]、若木 重行[1]、西尾 嘉朗[2]、濱田 洋平[1]、石川 剛志[1]、稲垣 史生[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.高知大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS02-06] Recent progress and perspective on paleomagnetism by means of deep-sea drilling

*山崎 俊嗣[1]、山本 裕二[2]、金松 敏也[3]、熊谷 祐穂[4]、中村 教博[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.高知大学海洋コア総合研究センター、3.海洋研究開発機構、4.東北大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)、座長:山口 耕生(東邦大学)、山田 泰広(JAMSTEC)

10:45 ~ 11:00

[MIS02-07] Patterns in natural fractures during transitions between stress regimes

*Nikita Dubinya[1] (1.The Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences)

11:00 ~ 11:15

[MIS02-08] ICDP DSeis 1: Introduction into JpGU 2019 papers on Drilling into Seismogenic zones of M2.0-5.5 earthquakes in South African gold mines

*小笠原 宏[1]、Liebenberg Bennie[2]、Ziegler Martin[3]、矢部 康男[4]、Durrheim Ray[5]、Manzi Musa[5]、Onstott Tullis C[6]、Thomas Weirsberg[7] (1.立命館大学理工学部、2.Moab Khotsong mine, South Africa、3.ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、4.Graduate School of Science, Tohoku Univ.、5.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience, South Africa、6.Princeton Univ., Dept. Geoscience, USA、7.GFZ, Potzdam, Germany)

11:15 ~ 11:30

[MIS02-09] ICDP DSeis 2: Preliminary results of physical property measurement and XRD analysis of the M5.5 fault material recovered from DSeis Project

*廣野 哲朗[1]、横山 友暉[1]、金木 俊也[2]、小笠原 宏[3]、矢部 康男[4]、松崎 琢也[5]、山本 裕二[5]、徳山 英一[5]、Tullis C. Onstott[6]、Martin Ziegler[7]、Durrheim Ray[8]、Esterhuizen van Heerden[9]、Bennie Liebenberg[9]、The ICDP DSeis team (1.大阪大学 大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻、2.京都大学 防災研究所、3.立命館大学、4.東北大学、5.高知大学 海洋コア総合研究センター、6.Princeton University、7.ETH Zurich、8.Witwatersrand University、9.Moab Khotsong mine)

11:30 ~ 11:45

[MIS02-10] ICDP DSeis 3: Spatial variation in stress state in the source region of Orkeny earthqauke (M5.5) based on analyses of the ICDP-DSeis borehole cores

*矢部 康男[1]、石田 亮壮[2]、杉村 幸祐[2]、兼松 慎[2]、東 充也[2]、吉田 峻輔[2]、Liebenberg Bennie[7]、伊藤 高敏[3]、船戸 明雄[5]、Watson Bryan[6]、Durrheim Raymond[4]、小笠原 宏[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.立命館大学理工学部、3.東北大学流体科学研究所、4.School of Geoscience, University of the Witwatersrand、5.深田地質研究所、6.School of Mining Engeneering, University of the Witwatersrand、7.Moab Khotsong mine)

11:45 ~ 12:00

[MIS02-11] コア変形法を適用した原位置地殻応力測定ー防災科研地震観測井コアへの適用例ー

*小村 健太朗[1]、林 為人[2]、伊藤 高敏[3]、船戸 明雄[4] (1.防災科学技術研究所、2.京都大学大学院工学研究科、3.東北大学流体科学研究所、4.深田地質研究所)

12:00 ~ 12:15

[MIS02-12] 阿蘇火山地帯にある深度700メートルの鉛直掘削孔内の温度分布

*林 為人[1]、澁谷 奨[1,2]、佐渡 耕一郎[2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、佐野　暉[1]、石塚 師也[1]、楊 小秋[4]、林 愛明[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.地圏総合コンサルタント、3.京都大学大学院理学研究科、4.中国科学院南海海洋研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)、座長:針金 由美子(産総研)、阿部 なつ江(海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター)

13:45 ~ 14:00

[MIS02-13] Estimation of Shear Stress and Lithology Prediction Using Machine Learning and Surface Drilling Data

井上 朝哉[1]、*田中 隆太[1]、石渡 隼也[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[MIS02-14] Overview of drilling of crust-mantle boundary of Oman ophiolite: the ICDP Oman Drilling Project

*高澤 栄一[1,4]、Damon Teagle[2]、道林 克禎[3]、田村 芳彦[4]、Jude Coggon[2]、Juerg Matter[2]、Peter Kelemen[5]、Oman Drilling Project Phase 2 Science Party (1.新潟大学理学部地質科学科、2.サウサンプトン大学、3.名古屋大学、4.海洋研究開発機構、5.コロンビア大学)

14:15 ~ 14:30

[MIS02-15] Geophysical Logging of Crust-Mantle boundary at Oman Ophiolite

*山田 泰広[1]、Kyaw Moe[1]、Philippe Pezard[2]、Juerg Matter[3]、OmanDP Science Party (1.海洋研究開発機構、2.モンペリエ大学、3.サウザンプトン大学)

14:30 ~ 14:45

[MIS02-16] Overview of the physical property measurements, ChikyuOman 2017 and 2018: Crust and Mantle sections from ICDP Oman Drilling Project Phase I and II

*阿部 なつ江[1]、岡崎 啓史[1,11]、片山 郁夫[2]、畠山 航平[2]、赤松 祐哉[2]、Ildefonse Benoit[3]、Ulven Ole[4]、Hong Gilbert[5]、Zhu Wenlu[6]、Cordonnier Benoit[4]、道林 克禎[7]、高澤 栄一[8]、Harris Michell[12]、Teagle Damon[10]、ケレメン ピーター[9]、Godard Marguerite[3]、Matter Jurg[10]、Coggon Jude[10]、Science Party The Oman Drilling Project (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.広島大学、3.モンペリエ大学、4.オスロ大学、5.ソウル大学、6.メリーランド大学、7.名古屋大学、8.新潟大学、9.コロンビア大学、10.サウザンプトン大学、11.金沢大学、12.プリマス大学)

14:45 ~ 15:00

[MIS02-17] Exploring the deep subseafloor biosphere and biogeochemical carbon cycling beneath the Arctic ocean

*稲垣 史生[1]、Steffen Leth Jørgensen[2]、Rolf Birger Pedersen[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.ノルウェー・ベルゲン大学)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)

[MIS02-P01] 地下生命圏研究における凍結コア試料の活用と名古屋議定書への対応

*肖 楠[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS02-P02] In-situ rock strength calculated from drilling parameters. Comparison of results from various sites.

*Adam Wspanialy[1]、Yasuhiro Yamada[1]、Saneatsu Saito[1]、KYAW MOE[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS02-P03] Interaction between submarine landslides and subseafloor sedimentary microbiome: Chikyu SCORE Expedition 910 off Cape Erimo

*星野 辰彦[1]、浦本 豪一郎[2]、藤内 智士[2]、諸野 祐樹[1]、井尻 暁[1]、鈴木 志野[1]、久保 雄介[1]、稲垣 史生[1]、Chikyu SCORE Exp. 910 研究者一同 (1.独立行政法人海洋研究開発機構、2.高知大学)

[MIS02-P04] 襟裳岬沖SCORE掘削コアのXRFコアスキャナー連続化学分析

*村山 雅史[1]、矢生 晋介[3]、藤内 智士[2]、浦本 豪一郎[3]、山田 泰広[4]、稲垣 史生[4]、久保 雄介[5] (1.高知大学　農林海洋科学部海洋資源科学科、2.高知大学　理工学部、3.高知大学　海洋コア総合研究センター、4.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター, 、5.海洋研究開発機構　地球深部探査センター)

[MIS02-P05] 熊本地震震源断層掘削コアを用いた熱物性測定

*佐野 暉[1]、林 為人[1]、渋谷 奨[1,2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、石塚 師也[1]、林 愛明[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.地圏総合コンサルタント、3.京都大学大学院理学研究科)

[MIS02-P06] 東オーストラリア沖ロードハウライズ地域で採取された浅部コアの物性・強度試験結果：将来のロードハウライズライザー掘削に向けて

*杉原 孝充[1]、青池 寛[1]、斎藤 実篤[2]、村山 達也[1]、武田 研太郎[1]、小野寺 拓也[3]、澄川 あゆみ[3]、木戸 ゆかり[1]、真田 佳典[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部探査センター、2.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター、3.日本海洋事業)

[MIS02-P07] ICDP DSeis 4: Drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines.

*吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、杉村 幸祐[1]、兼松 慎[1]、東 充也[1]、Liebenberg Benni[2]、 van Heerden Esterhuizen[2]、Stephen Tau[3]、Siyanda Mngadi[3]、Ray Durrheim[3]、Martin Ziegler[4]、椋平 祐輔[5]、Ronald Conze[6]、矢部 康男[7]、金木 俊也[8]、Yokoyama Yuki[9]、Nomqhele Nkosi[10]、Dave Roberts[10]、Sifiso Buccio[11]、小笠原 宏[1] (1.Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan、2.Moab Khotsong mine, Vijoenskroon、3.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience、4.ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、5.Inst. Fluid Science, Tohoku Univ.、6.GFZ, Potzdam、7.Graduate School of Science, Tohoku Univ.、8.Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ.、9.Graduate School of Science,Osaka Univ.、10.Mandela Mining Precinct, CSIR、11.Council for Geoscience)

[MIS02-P08] ICDP DSeis 5: Diametrical Core Deformation Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives and transition in stress regimes.

*杉村 幸祐[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、小笠原 宏[2]、石田 亮壮、矢部 康男[3]、伊藤 高敏[4]、明雄 船戸[5]、Siyanda Mngadi[6]、Ray Durrheim[6] (1.立命館大学大学院　理工学研究科、2.立命館大学　理工学部、3.東北大学　理学部、4.東北大学　流体科学研究所、5.深田地質研究所、6.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience)

[MIS02-P09] ICDP DSeis 6: Deformation Rate Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives

*兼松 慎[1]、東 充也[1]、矢部 康男[2]、阿部 周平[2]、Watson Bryan[3]、Durrheim Ray[3]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学 理工学部物理科学科、2.東北大学理学研究科、3.Witwatersrand大)

[MIS02-P10] ICDP DSeis 7: compilation of stress information and comparison with calculated stresses in the M5.5 aftershock zones

*東 充也[1]、矢部 康男[2]、杉村 幸佑[1]、石田 亮壮、兼松 慎[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、伊藤 高敏[4]、船戸 明雄[5]、小笠原 宏[3] (1.立命館大学大学院理工学研究科、2.東北大学大学院理学研究科・理学部 附属地震・噴火予知研究観測センター、3.

立命館大学理工学部、4.東北大学流体科学研究所、5.深田地質研究所)

[MIS02-P11] ICDP DSeis 8: the M5.5 fault structure and reflective intrusives in legacy 3D seismic reflection data

*野田 拓[1]、Manzi Musa[2]、Ogasawara Hiroyuki[1]、Linzer Lindsay[2]、Enslin Stephanie[2]、Durrheim Ray[2]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学、2.Witwatersrand大)

[MIS02-P12] ICDP DSeis 9: are streaks in the M5.5 aftershocks potentially located on highly stressed intrusive?

*Ryogo Tadokoro[1]、Katsuya Ishibashi[2]、Horiuchi Shigeki[3]、Hiroshi Ogasawara[4] (1.Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、2.School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、3.Homeseismo ltd.、4.College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_32

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)

[MIS02-P01] 地下生命圏研究における凍結コア試料の活用と名古屋議定書への対応

*肖 楠[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS02-P02] In-situ rock strength calculated from drilling parameters. Comparison of results from various sites.

*Adam Wspanialy[1]、Yasuhiro Yamada[1]、Saneatsu Saito[1]、KYAW MOE[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS02-P03] Interaction between submarine landslides and subseafloor sedimentary microbiome: Chikyu SCORE Expedition 910 off Cape Erimo

*星野 辰彦[1]、浦本 豪一郎[2]、藤内 智士[2]、諸野 祐樹[1]、井尻 暁[1]、鈴木 志野[1]、久保 雄介[1]、稲垣 史生[1]、Chikyu SCORE Exp. 910 研究者一同 (1.独立行政法人海洋研究開発機構、2.高知大学)

[MIS02-P04] 襟裳岬沖SCORE掘削コアのXRFコアスキャナー連続化学分析

*村山 雅史[1]、矢生 晋介[3]、藤内 智士[2]、浦本 豪一郎[3]、山田 泰広[4]、稲垣 史生[4]、久保 雄介[5] (1.高知大学　農林海洋科学部海洋資源科学科、2.高知大学　理工学部、3.高知大学　海洋コア総合研究センター、4.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター, 、5.海洋研究開発機構　地球深部探査センター)

[MIS02-P05] 熊本地震震源断層掘削コアを用いた熱物性測定

*佐野 暉[1]、林 為人[1]、渋谷 奨[1,2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、石塚 師也[1]、林 愛明[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.地圏総合コンサルタント、3.京都大学大学院理学研究科)

[MIS02-P06] 東オーストラリア沖ロードハウライズ地域で採取された浅部コアの物性・強度試験結果：将来のロードハウライズライザー掘削に向けて

*杉原 孝充[1]、青池 寛[1]、斎藤 実篤[2]、村山 達也[1]、武田 研太郎[1]、小野寺 拓也[3]、澄川 あゆみ[3]、木戸 ゆかり[1]、真田 佳典[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部探査センター、2.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター、3.日本海洋事業)

[MIS02-P07] ICDP DSeis 4: Drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines.

*吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、杉村 幸祐[1]、兼松 慎[1]、東 充也[1]、Liebenberg Benni[2]、 van Heerden Esterhuizen[2]、Stephen Tau[3]、Siyanda Mngadi[3]、Ray Durrheim[3]、Martin Ziegler[4]、椋平 祐輔[5]、Ronald Conze[6]、矢部 康男[7]、金木 俊也[8]、Yokoyama Yuki[9]、Nomqhele Nkosi[10]、Dave Roberts[10]、Sifiso Buccio[11]、小笠原 宏[1] (1.Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan、2.Moab Khotsong mine, Vijoenskroon、3.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience、4.ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、5.Inst. Fluid Science, Tohoku Univ.、6.GFZ, Potzdam、7.Graduate School of Science, Tohoku Univ.、8.Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ.、9.Graduate School of Science,Osaka Univ.、10.Mandela Mining Precinct, CSIR、11.Council for Geoscience)

[MIS02-P08] ICDP DSeis 5: Diametrical Core Deformation Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives and transition in stress regimes.

*杉村 幸祐[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、小笠原 宏[2]、石田 亮壮、矢部 康男[3]、伊藤 高敏[4]、明雄 船戸[5]、Siyanda Mngadi[6]、Ray Durrheim[6] (1.立命館大学大学院　理工学研究科、2.立命館大学　理工学部、3.東北大学　理学部、4.東北大学　流体科学研究所、5.深田地質研究所、6.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience)

[MIS02-P09] ICDP DSeis 6: Deformation Rate Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives

*兼松 慎[1]、東 充也[1]、矢部 康男[2]、阿部 周平[2]、Watson Bryan[3]、Durrheim Ray[3]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学 理工学部物理科学科、2.東北大学理学研究科、3.Witwatersrand大)

[MIS02-P10] ICDP DSeis 7: compilation of stress information and comparison with calculated stresses in the M5.5 aftershock zones

*東 充也[1]、矢部 康男[2]、杉村 幸佑[1]、石田 亮壮、兼松 慎[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、伊藤 高敏[4]、船戸 明雄[5]、小笠原 宏[3] (1.立命館大学大学院理工学研究科、2.東北大学大学院理学研究科・理学部 附属地震・噴火予知研究観測センター、3.

立命館大学理工学部、4.東北大学流体科学研究所、5.深田地質研究所)

[MIS02-P11] ICDP DSeis 8: the M5.5 fault structure and reflective intrusives in legacy 3D seismic reflection data

*野田 拓[1]、Manzi Musa[2]、Ogasawara Hiroyuki[1]、Linzer Lindsay[2]、Enslin Stephanie[2]、Durrheim Ray[2]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学、2.Witwatersrand大)

[MIS02-P12] ICDP DSeis 9: are streaks in the M5.5 aftershocks potentially located on highly stressed intrusive?

*Ryogo Tadokoro[1]、Katsuya Ishibashi[2]、Horiuchi Shigeki[3]、Hiroshi Ogasawara[4] (1.Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、2.School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、3.Homeseismo ltd.、4.College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[M-IS08] ジオパーク

コンビーナ:尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、田所 敬一(名古屋大学地震火山研究センター)

[MIS08-P01] 大雪山カムイミンタラジオパーク構想の取組

*川辺 英行[1] (1.大雪山カムイミンタラジオパーク構想推進協議会)

[MIS08-P02] 「濁澄橋」が示す意味の再検討～白山手取川ジオパーク，牛首川・尾添川合流点の濁度特性～

*青木 賢人[1] (1.金沢大学地域創造学類)

[MIS08-P03] 山陰海岸ジオパークにおける学術研究奨励事業の取り組み

*郡山 鈴夏[1] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P04] 地域住民によるモニタリング調査のジオパークへの活用：桜浜の地形変化

*今井 悟[1]、佐藤 久晃[1]、平野 順久 (1.土佐清水ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P05] おおいた豊後大野ジオパーク，軸丸棚田（日本の棚田百選）の形成と地形・地質環境

*吉岡 敏和[1] (1.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P06] おおいた豊後大野ジオパーク, 軸丸棚田における土地利用と植生との関係

*岩里 実季[1]、吉岡 敏和[2] (1.豊後大野市役所商工観光課、2.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P07] **阿蘇ユネスコ世界ジオパークにおけるアウトリーチ**

*鍵山 恒臣[1]、渡辺 一徳[1]、池辺 伸一郎[1]、石松 昭信[1]、豊村 克則[2]、兒玉 夏子[1]、高森 秀平[1]、宮北 志野[1] (1.阿蘇ジオパーク推進協議会、2.阿蘇火山博物館)

[MIS08-P08] Geoscientific Setting and Educational Significances of Yonaguni Island in the Ryukyu Arc, Eastern Asia

*尾方 隆幸[1]、奈良 正和[2]、大坪 誠[3]、柴田 伊廣[4] (1.琉球大学島嶼防災研究センター、2.高知大学教育研究部自然科学系理学部門、3.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、4.文化庁文化財部記念物課天然記念物部門)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_33

[M-IS08] ジオパーク

コンビーナ:尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、田所 敬一(名古屋大学地震火山研究センター)

[MIS08-P01] 大雪山カムイミンタラジオパーク構想の取組

*川辺 英行[1] (1.大雪山カムイミンタラジオパーク構想推進協議会)

[MIS08-P02] 「濁澄橋」が示す意味の再検討～白山手取川ジオパーク，牛首川・尾添川合流点の濁度特性～

*青木 賢人[1] (1.金沢大学地域創造学類)

[MIS08-P03] 山陰海岸ジオパークにおける学術研究奨励事業の取り組み

*郡山 鈴夏[1] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P04] 地域住民によるモニタリング調査のジオパークへの活用：桜浜の地形変化

*今井 悟[1]、佐藤 久晃[1]、平野 順久 (1.土佐清水ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P05] おおいた豊後大野ジオパーク，軸丸棚田（日本の棚田百選）の形成と地形・地質環境

*吉岡 敏和[1] (1.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P06] おおいた豊後大野ジオパーク, 軸丸棚田における土地利用と植生との関係

*岩里 実季[1]、吉岡 敏和[2] (1.豊後大野市役所商工観光課、2.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P07] **阿蘇ユネスコ世界ジオパークにおけるアウトリーチ**

*鍵山 恒臣[1]、渡辺 一徳[1]、池辺 伸一郎[1]、石松 昭信[1]、豊村 克則[2]、兒玉 夏子[1]、高森 秀平[1]、宮北 志野[1] (1.阿蘇ジオパーク推進協議会、2.阿蘇火山博物館)

[MIS08-P08] Geoscientific Setting and Educational Significances of Yonaguni Island in the Ryukyu Arc, Eastern Asia

*尾方 隆幸[1]、奈良 正和[2]、大坪 誠[3]、柴田 伊廣[4] (1.琉球大学島嶼防災研究センター、2.高知大学教育研究部自然科学系理学部門、3.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、4.文化庁文化財部記念物課天然記念物部門)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | 103 1F

[M-IS08] ジオパーク

コンビーナ:尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、田所 敬一(名古屋大学地震火山研究センター)、座長:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、大野 希一(島原半島ジオパーク事務局)、有馬 貴之(帝京大学 経済学部 観光経営学科)

15:30 ~ 15:45

[MIS08-01] 日本最西端沖縄県与那国島に分布する正断層群

*大坪 誠[1]、大橋 聖和[2]、尾方 隆幸[3]、柴田 伊廣[4] (1.産業技術総合研究所、2.山口大学、3.琉球大学、4.文化庁)

15:45 ~ 16:00

[MIS08-02] 糸魚川ジオパークにおける「防災科研地震だねっと！」を利用した糸魚川ー静岡構造線についての学習例

*竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小河原 孝彦[1]、宮島 宏[1]、松原 誠[2]、西澤 あずさ[2]、青井 真[2]、平松 良浩[3]、中川 和之[4] (1.フォッサマグナミュージアム、2.防災科学技術研究所、3.金沢大学、4.時事通信社)

16:00 ~ 16:15

[MIS08-03] 「防災科研地震だねっと！」の開設と利活用に関するアンケート結果

*松原 誠[1]、西澤 あずさ[1]、青井 真[1]、竹之内 耕[2]、平松 良浩[3]、中川 和之[4] (1.防災科学技術研究所、2.糸魚川市フォッサマグナミュージアム、3.金沢大学理工研究域地球社会基盤学系、4.時事通信社)

16:15 ~ 16:30

[MIS08-04] 磐梯山ジオパークが企画した「世界の岩なだれ」巡回展と出前講座

*佐藤 公[1]、宇井 忠英[2] (1.磐梯山噴火記念館、2.環境防災総合政策研究機構)

16:30 ~ 16:45

[MIS08-05] ジオパークにおける惑星科学教育 ―青少年のための科学の祭典島根大会における出雲平野の形成実験―

*阿部 國廣[1] (1.島根半島・宍道湖中海（国引き）ジオパーク推進協議会)

16:45 ~ 17:00

[MIS08-06] ジオパークのESD型地域学習カリキュラム開発を支えるシステム思考とそのコンピテンシー

*山本 隆太[1] (1.静岡大学教職センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS11] 水惑星学

コンビーナ:関根 康人(東京工業大学地球生命研究所)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、福士 圭介(金沢大学環日本海域環境研究センター)、渋谷 岳造(海洋研究開発機構)、座長:関根 康人(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、臼井 寛裕、渋谷 岳造(海洋研究開発機構)

13:45 ~ 14:00

[MIS11-01] 冥王星の不思議を解く内部構造モデル

*鎌田 俊一[1]、Nimmo Francis[2]、関根 康人[3]、倉本 圭[1]、野口 直樹[4]、木村 淳[5]、谷 篤史[6] (1.北海道大学、2.カリフォルニア大学サンタクルーズ校、3.東京工業大学、4.徳島大学、5.大阪大学、6.神戸大学)

14:00 ~ 14:15

[MIS11-02] 氷衛星・氷惑星環境を模したガスハイドレート試料の同位体測定：装置開発および測定法の検討

*工藤 久志[1]、谷 篤史[1]、吉田 尚弘[2,3] (1.神戸大学 大学院人間発達環境学研究科、2.東京工業大学 物質理工学院 応用化学系、3.地球生命研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS11-03] 潮汐加熱と氷殻下における熱の南北非対称性が生み出す氷殻のダイナミクス

*原田 果穂[1,2]、中川 貴司[3]、森重 学[2]、廣瀬 重信[2] (1.慶應義塾大学、2.海洋研究開発機構、3.香港大学)

14:30 ~ 14:45

[MIS11-04] Chlorine-bearing aqueous fluid at crust/mantle boundary in mid-ocean ridge hydrothermal system: a case study of crustal diopsidite from Oman ophiolite

★Invited Papers

*秋澤 紀克[1]、三宅 亮[2]、土山 明[2] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.京都大学　大学院理学研究科)

14:45 ~ 15:00

[MIS11-05] 高圧下における$MgSO_4$-H_2O系の相関係

*近藤 忠[1]、原田 啓多[1]、白田 実希[1]、亀卦川 卓美[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻、2.物質構造科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS11-06] 地球の揮発性元素組成の起源：衝突大気剥ぎ取りとコア形成の寄与

*櫻庭 遥[1]、黒川 宏之[2]、玄田 英典[2]、太田 健二[1] (1.東京工業大学、2.地球生命研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS11] 水惑星学

コンビーナ:関根 康人(東京工業大学地球生命研究所)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、福士 圭介(金沢大学環日本海域環境研究センター)、渋谷 岳造(海洋研究開発機構)、座長:関根 康人(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、福士 圭介、臼井 寛裕

15:30 ~ 15:45

[MIS11-07] Finding of oxidized sulfur species in carbonates from a Martian meteorite Allan Hills 84001 using μ-XANES

*梶谷 伊織[1]、田辺 学[1]、中田 亮一[2]、臼井 寛裕[3]、小池 みずほ[3]、松浦 史宏[4]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学、2.海洋研究開発機構、3.宇宙科学研究所、4.地球生命研究所)

15:45 ~ 16:00

[MIS11-08] A study on Martian water environment based on the μ-XRF-XANES analysis for the secondary minerals formed in a nakhlite meteorite (Y 000593) vein

*鈴木 慧花[1]、菅 大暉[1]、山口 亮[2]、臼井 寛裕[3]、関澤 央輝[4]、新田 清文[4]、高橋 嘉夫[1] (1.東京大学、2.国立極地研究所、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.JASRI/SPring-8)

16:00 ~ 16:15

[MIS11-09] 火星における水および粘土鉱物の傾斜角に対する影響

*松岡 友希[1]、片山 郁夫[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

16:15 ~ 16:30

[MIS11-10] **Dark Streak Features in Mongolia: Implications for Formation Mechanisms of Recurring Slope Lineae on Mars**

*中村 麻也[1,2]、関根 康人[1]、福士 圭介[3]、長谷部 徳子[3]、Davaadorj Davaasuren[4]、高橋 嘉夫[2]、長谷川 精[5]、小倉 拓郎[6]、森田 康暉[3]、Tuvshin Gerelmaa[4] (1.東京工業大学地球生命研究所、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.モンゴル国立大学地理学専攻、5.高知大学理工学部地球環境防災学科、6.東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻)

16:30 ~ 16:45

[MIS11-11] The occurrence of perchlorate salt in and around the Taklimakan Desert, China

*Haibo Qin[1,2]、Shitong Yang[1]、Qing Chang[3]、Chihiro Miyamoto[1]、Yoshio Takahashi[1] (1.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science、2.State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences、3.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

16:45 ~ 17:00

[MIS11-12] Measurement technique to quantify OH radicals photochemically generated on the ice surface

*薮下 彰啓[1]、西本 寛彰[1]、原田 明[1] (1.九州大学大学院総合理工学研究院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

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

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)、座長:木庭 啓介(京都大学)、稲垣 善之、藤井 一至

10:45 ~ 11:00

[MIS13-01] 根は粘土に対応できる：ポドゾル化に対する樹木根の可塑性

*藤井 一至[1]、牧田 直樹[2]、Martin Küttim[3]、Shinya Sugita[3] (1.森林総合研究所、2.信州大学、3.タリン大学)

11:00 ~ 11:15

[MIS13-02] 東日本大震災によって形成された塩性湿地における無機態窒素変換プロセス

*福島 慶太郎[1]、橋本 和磨[2]、黒岩 恵[3]、横山 勝英[2]、諏訪 裕一[3] (1.京都大学生態学研究センター、2.首都大学東京大学院都市環境科学研究科、3.中央大学理工学部)

11:15 ~ 11:30

[MIS13-03] 高緯度北極スバールバルの氷河後退域における土壌硝化能の遷移

*林 健太郎[1]、田邊 優貴子[2,3]、小野 圭介[1]、浅野 眞希[4]、服部 祥平[5]、内田 雅己[2,3]、早津 雅仁[1] (1.農研機構・農業環境変動研究センター、2.国立極地研究所、3.総研大学、4.筑波大学、5.東京工業大学)

11:30 ~ 11:45

[MIS13-04] **Transition of soil organic carbon in a volcanic ash soil derived from Towada volcano, Japan**

*JITHYA NAWODI WIJESINGHE[1]、Jun Koarashi[2]、Mariko Atarashi Andoh[2]、Yoko Saito Kokubu[3]、Noriko Yamaguchi[4]、Takashi Sase[5]、Mamoru Hosono[6]、Yudzuru Inoue[7]、Yuki Mori[1]、Syuntaro Hiradate[1] (1.Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan、2.Nuclear Science and Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency, Ibaraki 319-1195, Japan、3.Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency,Gifu 509-5102, Japan、4.National Agriculture and Food Research Organization, Institute for Agro-environmental Sciences, 3-1-3 Kan-nondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan、5.Boreal Laboratory for Phytolith Research, Iwate 028-7302,Japan、6.Tokyo Natural History Research Structure,Tokyo 162-0052, Japan、7.Faculty of Applied Information Technology, Nagasaki Institute of Applied Science,Nagasaki 851-0193, Japan)

11:45 ~ 12:00

[MIS13-05] 土壌で普遍的に起こる炭素・窒素安定同位体比および放射性炭素濃度の変動とその規定因子：微生物代謝・鉱物表面反応・団粒化

*和穎 朗太[1]、梶浦 雅子[1]、井上 弦[2]、浅野 眞希[3]、早川 智恵[4] (1.農研機構 農業環境変動研究センター、2.長崎総合科学大学、3.筑波大学 環境生命系、4.東京大学農学生命科学研究科)

12:00 ~ 12:15

[MIS13-06] 日本の森林生態系における養分供給源：降水、風化、リターの寄与率

*稲垣 善之[1]、藤井 一至[1] (1.森林総合研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 201A 2F

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)、座長:木庭 啓介(京都大学)、山下 洋平、仁科 一哉、藤井 一至

13:45 ~ 14:00

[MIS13-07] 超高分解能質量分析法を用いた温帯林における林外雨，林内雨および土壌水の溶存有機物の解析

*井手 淳一郎[1]、山瀬 敬太郎[2]、Jeong Seonghun[3]、牧田 直樹[4]、西村 裕志[5]、福島 慶太郎[6]、大槻 恭一[7]、大橋 瑞江[8] (1.九州大学　持続可能な社会のための決断科学センター、2.兵庫県立農林水産技術総合センター　森林林業技術センター、3.九州大学大学院　生物資源環境科学府、4.信州大学　理学部、5.京都大学　生存圏研究所、6.京都大学　生態学研究センター、7.九州大学　農学研究院、8.兵庫県立大学　環境人間学部)

14:00 ~ 14:15

[MIS13-08] 北太平洋中層水による外来性腐植様溶存有機物の輸送

*山下 洋平[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、小川 浩史[3] (1.北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2.北海道大学　低温科学研究所、3.東京大学　大気海洋研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS13-09] アミノ酸鏡像異性体バイオマーカーを用いた琵琶湖における細菌由来溶存有機物の寄与評価

*山口 保彦[1]、由水 千景[2]、陀安 一郎[2]、木庭 啓介[3]、早川 和秀[1] (1.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、2.総合地球環境学研究所、3.京都大学生態学研究センター)

14:30 ~ 14:45

[MIS13-10] 微量安定同位体トレーサーを利用した水圏環境下における酸素消費速度定量

*角皆 潤[1]、柏木 章吾[1]、伊藤 昌稚[1]、中川 書子[1]、鋤柄 千穂[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

14:45 ~ 15:00

[MIS13-11] 大水深淡水湖の有酸素深水層に生息する細菌の生態

*岡崎 友輔[1] (1.産業技術総合研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS13-12] 泥炭湿地におけるアブラヤシプランテーションの排水路における一酸化二窒素排出と発生メカニズム

*仁科 一哉[1]、Melling Lulie[2]、平田 竜一[1]、高橋 善幸[1]、豊田 栄[3]、寺嶋 晃太朗[3]、伊藤 雅之[4] (1.国立環境研究所、2.SARAWAK Tropical Peat Research Institute、3.東京工業大学、4.兵庫県立大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)

[MIS13-P01] 有機物分解指標に関係する生体分子組成変化と生化学的プロセス

*保原 達[1]、小川 浩史[2] (1.酪農学園大学、2.東京大学)

[MIS13-P02] Community and metabolic responses of marine bacteria to the dissolved organic matter derived from phytoplankton

*多田 雄哉[1]、鈴木 光次[2]、山下 洋平[2] (1.国立水俣病総合研究センター、2.北海道大学)

[MIS13-P03] High production of benthic algae promoted by increased available phosphate in the Obitsu River tidal flat

*高貝 柚希[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P04] High Concentration of Phosphate and its Mechanism in "Gomi-kui" and "Gata-do"

*木幡 聡[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P05] 硫酸イオンの溶出フラックスと主成分分析による広島市内太田川派川のヘドロ化の推定

板村 弘貴[1]、*横尾 頼子[1] (1.同志社大学理工学部)

[MIS13-P06] 多層化された陸面過程モデルBEAMSによる土壌内部のエネルギー・水・炭素動態の評価

*小宮山 敬介[1]、佐々井 崇博[1] (1.東北大学大学院理学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)

[MIS13-P01] 有機物分解指標に関係する生体分子組成変化と生化学的プロセス

*保原 達[1]、小川 浩史[2] (1.酪農学園大学、2.東京大学)

[MIS13-P02] Community and metabolic responses of marine bacteria to the dissolved organic matter derived from phytoplankton

*多田 雄哉[1]、鈴木 光次[2]、山下 洋平[2] (1.国立水俣病総合研究センター、2.北海道大学)

[MIS13-P03] High production of benthic algae promoted by increased available phosphate in the Obitsu River tidal flat

*高貝 柚希[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P04] High Concentration of Phosphate and its Mechanism in "Gomi-kui" and "Gata-do"

*木幡 聡[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P05] 硫酸イオンの溶出フラックスと主成分分析による広島市内太田川派川のヘドロ化の推定

板村 弘貴[1]、*横尾 頼子[1] (1.同志社大学理工学部)

[MIS13-P06] 多層化された陸面過程モデルBEAMSによる土壌内部のエネルギー・水・炭素動態の評価

*小宮山 敬介[1]、佐々井 崇博[1] (1.東北大学大学院理学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールB 2F

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)、座長:加藤 悠爾(高知大学)

9:00 ~ 9:25

[MIS14-01] Mass loss of the Antarctic ice sheet under the influence of ice-ocean interaction

★Invited Papers

*杉山 慎[1] (1.北海道大学低温科学研究所)

9:25 ~ 9:40

[MIS14-02] 南極ドームふじ氷床コアによる約40万年前の間氷期における年代制約と気候復元

*川村 賢二[1,2,3]、大藪 幾美[1]、青木 周司[4]、中澤 高清[4]、阿部 彩子[5,3]、齋藤 冬樹[3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総研大、3.海洋研究開発機構、4.東北大学、5.東京大学)

9:40 ~ 9:55

[MIS14-03] 過去７２万年間の気候変動情報を含むアイスコアの物理と層位および「最古の氷」の研究

*藤田 秀二[1,2]、平林 幹啓[1]、飯塚 芳徳[3]、大野 浩[4] (1.大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学（SOKENDAI）極域科学専攻、3.北海道大学低温科学研究所、4.北見工業大学)

9:55 ~ 10:15

[MIS14-04] **氷期間氷期を通じた南極前線変動の追跡**

★招待講演

*松井 浩紀[1]、加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[3]、池原 実[1] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.日本学術振興会特別研究員PD、3.名古屋大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS14-05] **南大洋インド洋区における海洋地球科学総合観測：白鳳丸KH-19-1次航海成果速報**

*池原 実[1]、大島 慶一郎[2]、板木 拓也[3]、佐藤 暢[4]、藤井 昌和[5]、川合 美千代[6]、松井 浩紀[1]、池上 隆仁[7]、白鳳丸KH-19-1乗船研究者一同 . (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.産業技術総合研究所、4.専修大学、5.国立極地研究所、6.東京海洋大学、7.海洋生物環境研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールB 2F

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)、座長:シェリフ多田野 サム(東京大学)

10:45 ~ 11:00

[MIS14-06] **High resolution ocean temperatures reconstructions over the last glacial-interglacial in the Kerguelen region, Southern Ocean.**

*Matthieu Civel[1,2]、Xavier Crosta[3]、Giuseppe Cortese[4]、Elisabeth Michel[5]、Alain Mazaud[5]、Samuel Jaccard[6]、Lena Thöle[6]、Minoru Ikehara[1]、Takuya Itaki[2] (1.Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Japan、2.Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba, Japan、3.UMR 5805 CNRS EPOC, Université de Bordeaux, France、4.GNS Science, Lower Hutt, New Zealand、5.LSCE-IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, 91198 Gif-sur-Yvette, France、6.Institute of Geological Sciences & Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland)

11:00 ~ 11:15

[MIS14-07] GIAモデルによる東南極の測地観測に対する地球内部粘性構造と完新世南極氷床変動の影響評価

*奥野 淳一[1,2]、土井 浩一郎[1,2]、青山 雄一[1,2]、石輪 健樹[1]、服部 晃久[2]、福田 洋一[3] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.京都大学)

11:15 ~ 11:30

[MIS14-08] **Reconstruction of the East Antarctic ice sheet variability during the last 3 myrs in the central & eastern Droning Maud Land, East Antarctica**

*菅沼 悠介[1,2]、川又 基人[2]、香月 興太[3]、金丸 龍夫[4]、金田 平太郎[5]、小山 拓志[6]、田邊 優貴子[1,2]、柴田 大輔[7]、石輪 健樹[1]、板木 拓也[8]、奥野 淳一[1,2]、関 宰[9]、須藤 斎[10]、藤井 昌和[1,2]、三浦 英樹[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.島根大学、4.日本大学、5.千葉大学、6.大分大学、7.筑波大学、8.産総研、9.北海道大学、10.名古屋大学)

11:30 ~ 11:45

[MIS14-09] Vertical ice flow motions obtained from year-round GNSS observations on Shirase Glacier, Antarctica

*青山 雄一[1,2]、土井 浩一郎[1,2]、平野 大輔[3]、田村 岳史[1,2]、青木 茂[3]、渋谷 和雄[1] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.北海道大学低温科学研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS14-10] **南極探査用AUV"MONACA"の運用計画と設計**

*山縣 広和[1]、巻 俊宏[1]、吉田 弘[2]、野木 義史[3] (1.東京大学生産技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.国立極地研究所)

12:00 ~ 12:15

[MIS14-11] Geophysical insights into tectonic, volcanic, sedimentation, and glacial processes in Indian and Southern Oceans: Preliminary geophysical results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*藤井 昌和[1]、佐藤 暢[2]、池原 実[3]、野木 義史[1]、佐藤 太一[4]、中村 恭之[5]、Eri Amsler[6]、シェリフ多田野 サム[7] (1.国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2.専修大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所、5.海洋研究開発機構、6.University of Bern、7.東京大学大気海洋研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールB 2F

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)、座長:石輪 健樹(国立極地研究所)

13:45 ~ 14:00

[MIS14-12] 鉛直拡散係数の成層依存性を考慮した海洋大循環モデルによる氷期海洋炭素循環シミュレーション

*小林 英貴[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

14:00 ~ 14:15

[MIS14-13] Impacts of precession on the periodicity of climate and AMOC variabilities

*シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS14-14] 地軸の傾きと歳差・離心率、大気二酸化炭素濃度の変化がもたらす南半球高緯度における温暖化と気候フィードバックの違い

*木野 佳音[1]、阿部 彩子[1,2]、大石 龍太[1]、齋藤 冬樹[2]、吉森 正和[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[MIS14-15] Origin of Circumpolar Deep Water intruding onto the Amundsen and Bellingshausen Sea continental shelves

* 中山 佳洋[1,2]、Menemenlis Dimitris[2]、Zhang Hong[2]、Michael Schodlok[2]、Rignot Eric[2,3] (1.北海道大学低温科学研究所、2.NASA Jet Propulsion Laboratory、3.Uniersity of California, Irvine)

14:45 ~ 15:00

[MIS14-16] 2018/2019 夏季豪州南極海盆南部の海洋・物質循環 ― 開洋丸 KY18-04 航海速報

*勝又 勝郎[1]、平野 大輔[2]、野村 大樹[2]、山崎 開平[2]、國府 陽一郎[2]、木内 政彰[2]、青木 茂[2]、村瀬 弘人[3] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.国際水産資源研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS14-17] 南大洋子午面循環の直接測流と定量評価を目指した係留観測

*北出 裕二郎[1]、溝端 浩平[1]、渡部 和帆[1]、程 霊巧[3]、高 郭平[3]、青木 茂[2]、牛尾 収輝[4]、嶋田 啓資[1]、大島 慶一郎[2] (1.東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科、2.北海道大学低温科学研究所、3.上海海洋大学、4.国立極地研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)

[MIS14-P01] 低塩の海氷融解水がアイスアルジーの生物量と組成に与える影響

*髙橋 啓伍[1]、真壁 竜介[2,3]、高尾 信太郎[2,3]、小達 恒夫[2,3]、茂木 正人[1,2] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学)

[MIS14-P02] Effects of lugol's fixtation on preservation of samples for carbon and nitrogen stable isotope and molecular analyses

*佐野 雅美[1]、真壁 竜介[1,2]、山本 あゆ[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P03] 南大洋生態系研究への環境DNAの導入

*立花 愛子[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P04] アメリ―棚氷沖におけるフラジルアイスと高生物量の同時発生過程

*町村 典彦[1]、大島 慶一郎[2]、中田 和輝[3]、伊藤 優人[2]、深町 康[2,4]、真壁 竜介[5]、高尾 信太郎[5]、二橋 創平[6] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学低温科学研究所、3.リモート・センシング技術センター、4.北海道大学北極域研究センター、5.国立極地研究所、6.苫小牧工業高等専門学校)

[MIS14-P05] 南大洋ビンセネス湾沖における端脚類*Themisto gaudichaudii*の摂餌生態

*松下 隼士[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P06] 南大洋の季節海氷域における亜表層クロロフィル極大の時系列観測

*影沢 歩友子[1]、佐野 雅美[2]、高尾 信太郎[1,2]、真壁 竜介[1,2]、溝端 浩平[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[2] (1.総合研究大学院大学、2.極地研究所、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P07] 東南極における大気硫酸の硫黄安定同位体組成の季節変動と大気硫黄循環への示唆

*石野 咲子[1]、服部 祥平[1]、Joel Savarino[2]、Michel Legrand[2]、Susanne Preunkert[2]、Bruno Jourdain[2]、Francis Albarede[3]、Emmanuelle Albalat[3]、吉田 尚弘[1,4] (1.東京工業大学物質理工学院応用化学系、2.グルノーブル大学/CNRS、環境地球科学研究所、3.リヨン高等師範学校（LGL-TPE）、4.東京工業大学地球生命研究所)

[MIS14-P08] 南極ドームふじ氷床コアの大気組成からみるターミネーション2の気候変動

*大藪 幾美[1,2]、川村 賢二[1,3,4]、北村 享太郎[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.日本学術振興会、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P09] Reconstruction of Antarctic ice sheet dynamics in the Last Interglacial

*飯塚 睦[1]、関 宰[1]、板木 拓也[2]、入野 智久[1]、池原 実[4]、杉崎 彩子[2]、山本 正伸[1]、堀川 恵司[5]、菅沼 悠介[3] (1.北海道大学、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所、4.高知大学海洋コア総合研究センター、5.富山大学)

[MIS14-P10] 南大洋の表層水温から推測される鮮新世の温暖期のCO2濃度

*関 宰[1]、下野 智大[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院)

[MIS14-P11] **Lithogenic fluxes across a transect in the SW Indian Ocean since the last glacial inception**

*Eri Helen Amsler[1]、Walter Geibert[2]、Gerhard Kuhn[2]、Minoru Ikehara[3]、Samuel Jaccard[1] (1.Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland、2.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany、3.Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Kochi, Japan)

[MIS14-P12] MIS M2からの温暖化過程におけるRoss海から産出した珪藻化石群集の変化

*石野 沙季[1]、須藤 斎[2]、McKay Rob[3]、De Santis Laura[4]、Kluhanek Denise[5]、IODP Exp. 374乗船研究者 一同 (1.産業技術総合研究所、2.名古屋大学環境学研究科、3.Victoria University、4.Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale、5.Texas A&M University)

[MIS14-P13] Geological insights into formation of Conrad Rise, Southern Ocean: Preliminary geological results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*佐藤 暢[1]、藤井 昌和[2,3]、松井 浩紀[4]、池原 実[4] (1.専修大学経営学部、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS14-P14] 新たな古環境プロキシとしての黄金色藻シスト化石

*加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.高知大学海洋コア総合研究センター（日本学術振興会 特別研究員）)

[MIS14-P15] Spatiotemporal variability of surface mass balance along the JARE traverse route for 1991−2019

*津滝 俊[1]、本山 秀明[2,3]、阿部 彩子[1,4]、藤田 秀二[2,3]、川村 賢二[2,3,4] (1.東京大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P16] The weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica

*金丸 龍夫[1]、菅沼 悠介[2]、大岩根 尚[3]、三浦 英樹[2]、三浦 真[4]、奥野 淳一[2]、早川 秀章[5] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.国立極地研究所、3.合同会社むすひ、4.金沢大学、5.東京大学宇宙線研究所)

[MIS14-P17] 新学術研究「固体地球と氷床の相互作用」2年次研究報告

*福田 洋一[1]、西島 潤[2]、風間 卓仁[1]、中村 和樹[3]、土井 浩一郎[4]、菅沼 悠介[4]、奥野 淳一[4]、新谷 昌人[5]、金田 平太郎[6]、青山 雄一[4]、三浦 英樹[4] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門、3.日本大学 工学部 情報工学科、4.国立極地研究所、5.東京大学地震研究所、6.千葉大学理学研究科)

[MIS14-P18] Late Pleistocene to Holocene sea-level change in East Antarctica revealed by glacial isostatic adjustment modeling

*石輪 健樹[1]、奥野 淳一[1,2]、菅沼 悠介[1,2]、三浦 英樹[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS14-P19] An modeling study of Antarctic ice sheet of the Last Glacial Maximum and the last deglaciation

*小長谷 貴志[1]、阿部 彩子[1,2]、Greve Ralf[3]、齋藤 冬樹[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P20] Development of a coupled ice-sheet/earth rebound model for Antarctic ice-sheet simulation

*齋藤 冬樹[1]、阿部 彩子[2,1]、奥野 淳一[3]、小長谷 貴志[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所、3.国立極地研究所)

[MIS14-P21] Polar amplifications in the past warm periods obtained from MIROC 4m AOGCM

*樋口 太郎[1]、阿部 彩子[1]、陳 永利[1]、シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P22] Using a coupled AOGCM to study the Antarctic climate of the mid-Pliocene warm period

*Wing-Le Chan[1]、Ayako Abe-Ouchi[1,2] (1.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo、2.National Institute of Polar Research)

[MIS14-P23] CMIP5モデル結果解析による地球温暖化が海洋基礎生産に与える影響の定量的評価

*岡 顕[1]、中村 有希[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P24] 氷期に発生した数千年スケールの気候変動の要因分析

*三木 あかり[1]、阿部 彩子[2]、シェリフ多田野 サム[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P25] First continuous profiler observation of wintertime Antarctic coastal polynya

*青木 茂[1]、小野 数也[1]、平野 大輔[1]、伊藤 優人[1]、野口 智英[2]、小澤 知史[2] (1.北海道大学、2.マリンワークジャパン)

[MIS14-P26] Surface topography survey for bared rock and accumulated snow in Antarctica by Unmanned Aero Vehicle

*青山 雄一[1,2,3]、服部 晃久[2,3]、大石 猛[3,4]、土井 浩一郎[1,2,3]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.第59次南極地域観測隊、4.NEC)

[MIS14-P27] 南大洋季節海氷域北限域における巨大係留系長期観測記録の解析

*渡部 和帆[1]、溝端 浩平[1]、北出 裕二郎[1] (1.東京海洋大学)

[MIS14-P28] 2019年夏季のケープダンレー沖におけるクロロフルオロカーボンと六フッ化硫黄の観測結果速報

*大橋 良彦[1]、川合 美千代[1]、佐々木 建一[2]、熊川 小綾花[1]、田村 尚之[1]、大島 慶一郎[3] (1.東京海洋大学、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P29] 西南極アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量変動メカニズム

*二橋 創平[1]、峯 康太[1]、中田 和輝[2] (1.苫小牧高専、2.リモート・センシング技術センター)

[MIS14-P30] Estimation of thin ice thickness and discrimination of ice type from AMSR2 passive microwave data

*中田 和輝[1]、田丸 直也[1]、二橋 創平[2]、大島 慶一郎[3] (1.一般財団法人リモート・センシング技術センター、2.苫小牧工業高等専門学校、3.北海道大学低温科学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)

[MIS14-P01] 低塩の海氷融解水がアイスアルジーの生物量と組成に与える影響

*髙橋 啓伍[1]、真壁 竜介[2,3]、高尾 信太郎[2,3]、小達 恒夫[2,3]、茂木 正人[1,2] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学)

[MIS14-P02] Effects of lugol's fixtation on preservation of samples for carbon and nitrogen stable isotope and molecular analyses

*佐野 雅美[1]、真壁 竜介[1,2]、山本 あゆ[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P03] 南大洋生態系研究への環境DNAの導入

*立花 愛子[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P04] アメリ―棚氷沖におけるフラジルアイスと高生物量の同時発生過程

*町村 典彦[1]、大島 慶一郎[2]、中田 和輝[3]、伊藤 優人[2]、深町 康[2,4]、真壁 竜介[5]、高尾 信太郎[5]、二橋 創平[6] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学低温科学研究所、3.リモート・センシング技術センター、4.北海道大学北極域研究センター、5.国立極地研究所、6.苫小牧工業高等専門学校)

[MIS14-P05] 南大洋ビンセネス湾沖における端脚類*Themisto gaudichaudii*の摂餌生態

*松下 隼士[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P06] 南大洋の季節海氷域における亜表層クロロフィル極大の時系列観測

*影沢 歩友子[1]、佐野 雅美[2]、高尾 信太郎[1,2]、真壁 竜介[1,2]、溝端 浩平[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[2] (1.総合研究大学院大学、2.極地研究所、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P07] 東南極における大気硫酸の硫黄安定同位体組成の季節変動と大気硫黄循環への示唆

*石野 咲子[1]、服部 祥平[1]、Joel Savarino[2]、Michel Legrand[2]、Susanne Preunkert[2]、Bruno Jourdain[2]、Francis Albarede[3]、Emmanuelle Albalat[3]、吉田 尚弘[1,4] (1.東京工業大学物質理工学院応用化学系、2.グルノーブル大学/CNRS、環境地球科学研究所、3.リヨン高等師範学校（LGL-TPE）、4.東京工業大学地球生命研究所)

[MIS14-P08] 南極ドームふじ氷床コアの大気組成からみるターミネーション2の気候変動

*大藪 幾美[1,2]、川村 賢二[1,3,4]、北村 享太郎[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.日本学術振興会、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P09] Reconstruction of Antarctic ice sheet dynamics in the Last Interglacial

*飯塚 睦[1]、関 宰[1]、板木 拓也[2]、入野 智久[1]、池原 実[4]、杉崎 彩子[2]、山本 正伸[1]、堀川 恵司[5]、菅沼 悠介[3] (1.北海道大学、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所、4.高知大学海洋コア総合研究センター、5.富山大学)

[MIS14-P10] 南大洋の表層水温から推測される鮮新世の温暖期のCO2濃度

*関 宰[1]、下野 智大[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院)

[MIS14-P11] **Lithogenic fluxes across a transect in the SW Indian Ocean since the last glacial inception**

*Eri Helen Amsler[1]、Walter Geibert[2]、Gerhard Kuhn[2]、Minoru Ikehara[3]、Samuel Jaccard[1] (1.Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland、2.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany、3.Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Kochi, Japan)

[MIS14-P12] MIS M2からの温暖化過程におけるRoss海から産出した珪藻化石群集の変化

*石野 沙季[1]、須藤 斎[2]、McKay Rob[3]、De Santis Laura[4]、Kluhanek Denise[5]、IODP Exp. 374乗船研究者 一同 (1.産業技術総合研究所、2.名古屋大学環境学研究科、3.Victoria University、4.Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale、5.Texas A&M University)

[MIS14-P13] Geological insights into formation of Conrad Rise, Southern Ocean: Preliminary geological results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*佐藤 暢[1]、藤井 昌和[2,3]、松井 浩紀[4]、池原 実[4] (1.専修大学経営学部、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS14-P14] 新たな古環境プロキシとしての黄金色藻シスト化石

*加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.高知大学海洋コア総合研究センター（日本学術振興会 特別研究員）)

[MIS14-P15] Spatiotemporal variability of surface mass balance along the JARE traverse route for 1991−2019

*津滝 俊[1]、本山 秀明[2,3]、阿部 彩子[1,4]、藤田 秀二[2,3]、川村 賢二[2,3,4] (1.東京大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P16] The weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica

*金丸 龍夫[1]、菅沼 悠介[2]、大岩根 尚[3]、三浦 英樹[2]、三浦 真[4]、奥野 淳一[2]、早川 秀章[5] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.国立極地研究所、3.合同会社むすひ、4.金沢大学、5.東京大学宇宙線研究所)

[MIS14-P17] 新学術研究「固体地球と氷床の相互作用」2年次研究報告

*福田 洋一[1]、西島 潤[2]、風間 卓仁[1]、中村 和樹[3]、土井 浩一郎[4]、菅沼 悠介[4]、奥野 淳一[4]、新谷 昌人[5]、金田 平太郎[6]、青山 雄一[4]、三浦 英樹[4] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門、3.日本大学 工学部 情報工学科、4.国立極地研究所、5.東京大学地震研究所、6.千葉大学理学研究科)

[MIS14-P18] Late Pleistocene to Holocene sea-level change in East Antarctica revealed by glacial isostatic adjustment modeling

*石輪 健樹[1]、奥野 淳一[1,2]、菅沼 悠介[1,2]、三浦 英樹[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS14-P19] An modeling study of Antarctic ice sheet of the Last Glacial Maximum and the last deglaciation

*小長谷 貴志[1]、阿部 彩子[1,2]、Greve Ralf[3]、齋藤 冬樹[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P20] Development of a coupled ice-sheet/earth rebound model for Antarctic ice-sheet simulation

*齋藤 冬樹[1]、阿部 彩子[2,1]、奥野 淳一[3]、小長谷 貴志[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所、3.国立極地研究所)

[MIS14-P21] Polar amplifications in the past warm periods obtained from MIROC 4m AOGCM

*樋口 太郎[1]、阿部 彩子[1]、陳 永利[1]、シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P22] Using a coupled AOGCM to study the Antarctic climate of the mid-Pliocene warm period

*Wing-Le Chan[1]、Ayako Abe-Ouchi[1,2] (1.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo、2.National Institute of Polar Research)

[MIS14-P23] CMIP5モデル結果解析による地球温暖化が海洋基礎生産に与える影響の定量的評価

*岡 顕[1]、中村 有希[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P24] 氷期に発生した数千年スケールの気候変動の要因分析

*三木 あかり[1]、阿部 彩子[2]、シェリフ多田野 サム[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P25] First continuous profiler observation of wintertime Antarctic coastal polynya

*青木 茂[1]、小野 数也[1]、平野 大輔[1]、伊藤 優人[1]、野口 智英[2]、小澤 知史[2] (1.北海道大学、2.マリンワークジャパン)

[MIS14-P26] Surface topography survey for bared rock and accumulated snow in Antarctica by Unmanned Aero Vehicle

*青山 雄一[1,2,3]、服部 晃久[2,3]、大石 猛[3,4]、土井 浩一郎[1,2,3]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.第59次南極地域観測隊、4.NEC)

[MIS14-P27] 南大洋季節海氷域北限域における巨大係留系長期観測記録の解析

*渡部 和帆[1]、溝端 浩平[1]、北出 裕二郎[1] (1.東京海洋大学)

[MIS14-P28] 2019年夏季のケープダンレー沖におけるクロロフルオロカーボンと六フッ化硫黄の観測結果速報

*大橋 良彦[1]、川合 美千代[1]、佐々木 建一[2]、熊川 小綾花[1]、田村 尚之[1]、大島 慶一郎[3] (1.東京海洋大学、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P29] 西南極アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量変動メカニズム

*二橋 創平[1]、峯 康太[1]、中田 和輝[2] (1.苫小牧高専、2.リモート・センシング技術センター)

[MIS14-P30] Estimation of thin ice thickness and discrimination of ice type from AMSR2 passive microwave data

*中田 和輝[1]、田丸 直也[1]、二橋 創平[2]、大島 慶一郎[3] (1.一般財団法人リモート・センシング技術センター、2.苫小牧工業高等専門学校、3.北海道大学低温科学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[M-IS15] 遠洋域の進化

コンビーナ:松岡 篤(新潟大学理学部)、木元 克典(独立行政法人海洋研究開発機構)、栗原 敏之(新潟大学大学院自然科学研究科)、尾上 哲治(熊本大学大学院自然科学研究科)

[MIS15-P01] イクチオリス層序に基づく南太平洋レアアース泥の堆積年代および堆積場の制約

*三鍋 秀悟[1]、見邨 和英[1]、中村 謙太郎[1]、大田 隼一郎[2,1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[MIS15-P02] Radiolarian phylogeny around the Jurassic–Cretaceous boundary

*松岡 篤[1] (1.新潟大学理学部)

[MIS15-P03] 黒瀬川帯横倉山・鴻ノ森地域における後期シルル紀・前期デボン紀の放散虫化石群集

*栗原 敏之[1]、土屋 香織[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_36

[M-IS15] 遠洋域の進化

コンビーナ:松岡 篤(新潟大学理学部)、木元 克典(独立行政法人海洋研究開発機構)、栗原 敏之(新潟大学大学院自然科学研究科)、尾上 哲治(熊本大学大学院自然科学研究科)

[MIS15-P01] イクチオリス層序に基づく南太平洋レアアース泥の堆積年代および堆積場の制約

*三鍋 秀悟[1]、見邨 和英[1]、中村 謙太郎[1]、大田 隼一郎[2,1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[MIS15-P02] Radiolarian phylogeny around the Jurassic–Cretaceous boundary

*松岡 篤[1] (1.新潟大学理学部)

[MIS15-P03] 黒瀬川帯横倉山・鴻ノ森地域における後期シルル紀・前期デボン紀の放散虫化石群集

*栗原 敏之[1]、土屋 香織[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | 302 3F

[M-IS15] 遠洋域の進化

コンビーナ:松岡 篤(新潟大学理学部)、木元 克典(独立行政法人海洋研究開発機構)、栗原 敏之(新潟大学大学院自然科学研究科)、尾上 哲治(熊本大学大学院自然科学研究科)、座長:松岡 篤、栗原 敏之

15:30 ~ 15:45

[MIS15-01] DSDP/ODPの遠洋性粘土コアに記録された北太平洋における新生代の環境変動

*見邨 和英[1]、山本 克志[1]、中村 謙太郎[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、臼井 洋一[3]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.JAMSTEC)

15:45 ~ 16:00

[MIS15-02] 美濃帯の下部ジュラ系遠洋深海堆積岩に記録された海洋酸化還元状態の復元

*曽田 勝仁[1] (1.熊本大学自然科学研究科)

16:00 ~ 16:15

[MIS15-03] パンサラッサ遠洋域深海堆積岩における中部三畳系アニシアン統のコノドント生層序—放散虫化石帯との統合—

*武藤 俊[1]、高橋 聡[1]、山北 聡[2]、曽田 勝仁[3]、尾上 哲治[3] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.宮崎大学教育学部、3.熊本大学先端科学研究部)

16:15 ~ 16:30

[MIS15-04] 美濃帯坂祝セクションの層状チャートから解読した三畳紀海水Os同位体比変動

★招待講演

*野崎 達生[1,2,3,4]、二階堂 崇[5]、尾上 哲治[6]、高谷 雄太郎[7,1,2,4]、佐藤 佳子[1]、木村 純一[8]、常 青[8]、山下 大輔[6]、佐藤 峰南[4,1]、鈴木 勝彦[1]、加藤 泰浩[2,4]、松岡 篤[5] (1. JAMSTEC・資源、2.東大・工、3.神戸大・理、4.千葉工大・次世代資源、5.新潟大・自然科学、6.熊本大・自然科学、7.早大・創造理工、8.JAMSTEC・D-SEG)

16:30 ~ 16:45

[MIS15-05] The preservation of radiolarians across the Jurassic-Cretaceous (J/K) boundary in the Bosso Valley section, Central Italy

*リ シン[1]、松岡 篤[2]、ベルティ アンジェラ[3]、キアーリ マルコ[4] (1.中国科学院の南京地質古生物研究所、2.新潟大学、3.ペルージャ大学、4.イタリアの地質と資源研究所)

16:45 ~ 17:00

[MIS15-06] Radiolarian faunas around the Jurassic-Cretaceous boundary in the Bosso Valley section, central Italy

*松岡 篤[1]、Xin Li[2]、Marco Chiari[3]、Angela Bertinelli[4] (1.新潟大学理学部地質科学科、2.中国科学院南京地質古生物研究所、3.地質資源研究所、4.ペルージャ大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

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

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)、座長:加納 靖之 (東京大学 地震研究所)、岩橋 清美、磯部 洋明、芳村 圭、玉澤 春史

9:05 ~ 9:30

[MIS17-01] 古文書から復元する近世日本の森林環境

★招待講演

*白水 智[1] (1.中央学院大学)

9:30 ~ 9:45

[MIS17-02] バビロン天文日誌の研究：現状と展望

*三津間 康幸[1] (1.東京大学)

9:45 ~ 10:00

[MIS17-03] 大型太陽フレアを生じる太陽黒点の特徴と歴史的資料を活用した研究の可能性

*鳥海 森[1] (1.国立天文台)

10:00 ~ 10:15

[MIS17-04] 「14世紀の危機」についての環境史的考察の試み

*諫早 庸一[1] (1.北海道大学スラブ・ユーラシア研究センター)

10:15 ~ 10:30

[MIS17-05] ACRE－Japanのデータレスキュー活動による19世紀末以降のアジアモンスーン変動の解明

*松本 淳[1,2]、井上 知栄[1]、藤部 文昭[1]、浜田 純一[1]、林 泰一[3]、寺尾 徹[4]、村田 文絵[5]、久保田 尚之[6]、赤坂 郁美[7]、釜堀 弘隆[8]、遠藤 伸彦[9]、山本 晴彦[10]、小林 茂[11]、村治 能孝[12] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻、2.海洋研究開発機構大気海洋相互作用研究分野、3.京都大学、4.香川大学、5.高知大学、6.北海道大学、7.専修大学、8.気象研究所、9.農研機構農業環境変動研究センター、10.山口大学、11.大阪大学、12.EScoT)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

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

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)、座長:磯部 洋明、芳村 圭、岩橋 清美、加納 靖之 (東京大学 地震研究所)、玉澤 春史

10:45 ~ 11:00

[MIS17-06] 歴史ビッグデータ：構造化ギャップを克服するワークフローの構築と過去世界の統合解析

*北本 朝展[1,2,3]、市野 美夏[1,2] (1.国立情報学研究所、2.ROIS-DS人文学オープンデータ共同利用センター、3.総合研究大学院大学)

11:00 ~ 11:15

[MIS17-07] 日記史料と震度データベースからみた江戸・東京の有感地震

*佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所)

11:15 ~ 11:30

[MIS17-08] 高解像度気候復原による日本古代の気候変動と国家・社会の変容

*今津 勝紀[1]、中塚 武[2] (1.岡山大学大学院社会文化科学研究科、2.総合地球環境学研究所)

11:30 ~ 11:45

[MIS17-09] 樹木年輪と歴史資料からみた10世紀の十和田カルデラと白頭山の巨大噴火の絶対年代

*箱崎 真隆[1]、三宅 芙沙[2]、佐野 雅規[3]、木村 勝彦[4]、中村 俊夫[2]、奥野 充[5]、坂本 稔[1]、中塚 武[6,2] (1.国立歴史民俗博物館、2.名古屋大学、3.早稲田大学、4.福島大学、5.福岡大学、6.総合地球環境学研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS17-10] 歴史学・考古学と地球惑星科学の協働をいかに活性化できるか？－気候適応史プロジェクトの教訓－

★招待講演

*中塚 武[1,2] (1.総合地球環境学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)

[MIS17-P01] 「歴史学×地球惑星科学」の目指すもの

*加納 靖之[1]、磯部 洋明[2]、芳村 圭[3]、岩橋 清美[4]、玉澤 春史[5,2] (1.東京大学地震研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.東京大学生産技術研究所、4.国文学研究資料館、5.京都大学防災研究所)

[MIS17-P02] 距離減衰式を用いた歴史地震の震度分布の再検討

*加納 靖之[1]、大邑 潤三[2] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所)

[MIS17-P03] れきすけ：多分野連携による歴史資料に関する情報共有システム

★招待講演

*市野 美夏[1,2]、橋本 幸恵、増田 耕一[3]、北本 朝展[2,1]、平野 淳平[4] (1.大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構・データサイエンス共同利用基盤施設　人文学オープンデータ共同利用センター、2.国立情報学研究所、3.首都大学東京、4.帝京大学文学部)

[MIS17-P04] 絵図にみる1707年富士山宝永噴火後の降灰除去の実態

*大邑 潤三[1] (1.京都大学防災研究所附属地震予知研究センター)

[MIS17-P05] 市民参加による歴史史料からの地球惑星科学現象サーベイワークショップ

*玉澤 春史[1,2]、岩橋 清美[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.国文学研究資料館)

[MIS17-P06] 現代観測と歴史史料をつなぐ20世紀前半の観測データ：花山天文台乾板データの利用例

*玉澤 春史[1]、北井 礼三郎[4]、磯部 洋明[2]、上野 悟[3]、坂上 峻仁[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.京都大学大学院理学研究科附属天文台、4.佛教大学)

[MIS17-P07] 近世日本における気候変動と領主支配

*鎌谷 かおる[1]、佐野 雅規[2]、中塚 武[3] (1.立命館大学、2.早稲田大学、3.総合地球環境学研究所)

[MIS17-P08] 静穏領域フィラメントの噴出によるマウンダー極小期中の巨大磁気嵐

*磯部 洋明[1]、海老原 祐輔[2]、玉澤 春史[1]、河村 聡人[3]、早川 尚志[4] (1.京都市立芸術大学美術学部、2.京都大学生存圏研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.大阪大学大学院文学研究科)

[MIS17-P09] Reconstructing 1931 flood in Yangtze River basin and its application to Chinese economic history

*劉 暢[1]、川崎 昭如[1]、城山 智子[2] (1.東京大学大学院工学研究科社会基盤学専攻、2.東京大学大学院経済学研究科経済専攻)

[MIS17-P10] 有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析

*石辺 岳男[1]、岩佐 幸治[1]、古村 美津子[1]、松浦 律子[1] (1.地震予知総合研究振興会)

[MIS17-P11] 日本産樹木年輪の炭素14年代測定－年代研究と日本版較正曲線

*坂本 稔[1,2]、箱﨑 真隆[1]、光谷 拓実[3]、中塚 武[4,5] (1.国立歴史民俗博物館、2.総合研究大学院大学、3.奈良文化財研究所、4.総合地球環境学研究所、5.名古屋大学)

[MIS17-P12] 太陽物理学における、科学的知見を踏まえた歴史資料の活用方法

*河村 聡人[1]、早川 尚志[2]、玉澤 晴史[3]、磯部 洋明[3]、柴田 一成[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属天文台、2.大阪大学大学院文学研究科、3.京都市立芸術大学美術学部)

[MIS17-P13] 江戸時代後期の北上川における自然災害と社会

*佐藤 大介[1]、高橋 美貴[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.東京農工大学)

[MIS17-P14] 古日記データ同化による歴史天候の復元

*芳村 圭[1]、Neluwala Panduka[2]、市野 美夏[3]、増田 耕一[4]、平野 淳平[5] (1.東京大学生産技術研究所、2.University of Peradeniya 、3.国立情報学研究所、4.首都大学東京、5.帝京大学)

[MIS17-P15] 1830年京都地震史料における，余震活動減衰式の当てはめるデータ範囲に関する考察 －同一地点における余震回数の違いの原因－

*服部 健太郎[1]、大邑 潤三[2]、中西 一郎[1] (1.京都大学、2.佛教大学)

[MIS17-P16] 古絵図から特定する安政東海地震における浜名湖周辺の津波痕跡について

*蝦名 裕一[1]、今井 健太郎[2]、都司 嘉宣[3]、岩瀬 浩之[4] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人深田地質研究所、4.株式会社エコー)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)

[MIS17-P01] 「歴史学×地球惑星科学」の目指すもの

*加納 靖之[1]、磯部 洋明[2]、芳村 圭[3]、岩橋 清美[4]、玉澤 春史[5,2] (1.東京大学地震研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.東京大学生産技術研究所、4.国文学研究資料館、5.京都大学防災研究所)

[MIS17-P02] 距離減衰式を用いた歴史地震の震度分布の再検討

*加納 靖之[1]、大邑 潤三[2] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所)

[MIS17-P03] れきすけ：多分野連携による歴史資料に関する情報共有システム

★招待講演

*市野 美夏[1,2]、橋本 幸恵、増田 耕一[3]、北本 朝展[2,1]、平野 淳平[4] (1.大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構・データサイエンス共同利用基盤施設　人文学オープンデータ共同利用センター、2.国立情報学研究所、3.首都大学東京、4.帝京大学文学部)

[MIS17-P04] 絵図にみる1707年富士山宝永噴火後の降灰除去の実態

*大邑 潤三[1] (1.京都大学防災研究所附属地震予知研究センター)

[MIS17-P05] 市民参加による歴史史料からの地球惑星科学現象サーベイワークショップ

*玉澤 春史[1,2]、岩橋 清美[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.国文学研究資料館)

[MIS17-P06] 現代観測と歴史史料をつなぐ20世紀前半の観測データ：花山天文台乾板データの利用例

*玉澤 春史[1]、北井 礼三郎[4]、磯部 洋明[2]、上野 悟[3]、坂上 峻仁[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.京都大学大学院理学研究科附属天文台、4.佛教大学)

[MIS17-P07] 近世日本における気候変動と領主支配

*鎌谷 かおる[1]、佐野 雅規[2]、中塚 武[3] (1.立命館大学、2.早稲田大学、3.総合地球環境学研究所)

[MIS17-P08] 静穏領域フィラメントの噴出によるマウンダー極小期中の巨大磁気嵐

*磯部 洋明[1]、海老原 祐輔[2]、玉澤 春史[1]、河村 聡人[3]、早川 尚志[4] (1.京都市立芸術大学美術学部、2.京都大学生存圏研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.大阪大学大学院文学研究科)

[MIS17-P09] Reconstructing 1931 flood in Yangtze River basin and its application to Chinese economic history

*劉 暢[1]、川崎 昭如[1]、城山 智子[2] (1.東京大学大学院工学研究科社会基盤学専攻、2.東京大学大学院経済学研究科経済専攻)

[MIS17-P10] 有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析

*石辺 岳男[1]、岩佐 幸治[1]、古村 美津子[1]、松浦 律子[1] (1.地震予知総合研究振興会)

[MIS17-P11] 日本産樹木年輪の炭素14年代測定－年代研究と日本版較正曲線

*坂本 稔[1,2]、箱﨑 真隆[1]、光谷 拓実[3]、中塚 武[4,5] (1.国立歴史民俗博物館、2.総合研究大学院大学、3.奈良文化財研究所、4.総合地球環境学研究所、5.名古屋大学)

[MIS17-P12] 太陽物理学における、科学的知見を踏まえた歴史資料の活用方法

*河村 聡人[1]、早川 尚志[2]、玉澤 晴史[3]、磯部 洋明[3]、柴田 一成[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属天文台、2.大阪大学大学院文学研究科、3.京都市立芸術大学美術学部)

[MIS17-P13] 江戸時代後期の北上川における自然災害と社会

*佐藤 大介[1]、高橋 美貴[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.東京農工大学)

[MIS17-P14] 古日記データ同化による歴史天候の復元

*芳村 圭[1]、Neluwala Panduka[2]、市野 美夏[3]、増田 耕一[4]、平野 淳平[5] (1.東京大学生産技術研究所、2.University of Peradeniya 、3.国立情報学研究所、4.首都大学東京、5.帝京大学)

[MIS17-P15] 1830年京都地震史料における，余震活動減衰式の当てはめるデータ範囲に関する考察 －同一地点における余震回数の違いの原因－

*服部 健太郎[1]、大邑 潤三[2]、中西 一郎[1] (1.京都大学、2.佛教大学)

[MIS17-P16] 古絵図から特定する安政東海地震における浜名湖周辺の津波痕跡について

*蝦名 裕一[1]、今井 健太郎[2]、都司 嘉宣[3]、岩瀬 浩之[4] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人深田地質研究所、4.株式会社エコー)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 301A 3F

[M-IS18] 地球流体力学：地球惑星現象への分野横断的アプローチ

コンビーナ:伊賀 啓太(東京大学大気海洋研究所)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、柳澤 孝寿(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、相木 秀則(名古屋大学)、座長:中島 健介

13:45 ~ 14:00

[MIS18-01] 目のある軸対称浅水渦上の軸対称擾乱

*板野 稔久[1] (1.防衛大学校)

14:00 ~ 14:15

[MIS18-02] 回転流体における3次元熱対流シミュレーションの流れ構造の解析

*亀山 真典[1,2] (1.国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:15 ~ 14:30

[MIS18-03] Diffusive behavior of columnar vortices in rotating thermal convection

*能登 大輔[1]、田坂 裕司[2]、柳澤 孝寿[3]、村井 祐一[2] (1.北海道大学大学院工学院、2.北海道大学大学院工学研究院、3.海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[MIS18-04] Liquid metal flows driven by a rotating magnetic field

*澤田 航希[1]、Vladimir Galindo[2]、Tobias Vogt[2]、Sven Eckert[2]、田坂 裕司[3]、村井 祐一[3] (1.北海道大学大学院工学院、2.ドイツヘルムホルツセンター、3.北海道大学工学研究院)

14:45 ~ 15:00

[MIS18-05] A symmetry-breaking self-regulating dynamo generating Mercury’s anomalous magnetic field

*高橋 太[1]、清水 久芳[2]、綱川 秀夫[3] (1.九州大学大学院理学研究院、2.東京大学地震研究所、3.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[M-IS18] 地球流体力学：地球惑星現象への分野横断的アプローチ

コンビーナ:伊賀 啓太(東京大学大気海洋研究所)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、柳澤 孝寿(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、相木 秀則(名古屋大学)

[MIS18-P01] 南北1次元EBMを用いた地球型系外惑星の定常気候状態に関するパラメタ実験

*大中 智博[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学 理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[MIS18-P02] 台風の内部コア領域に見られる波数２擾乱に関する研究

*河田 裕貴[1]、伊賀 啓太[1]、横田 祥[2]、栃本 英伍[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[MIS18-P03] Typhoon-induced vertical mixing measured by the Kuroshio Extension Observatory buoy

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

[MIS18-P04] A comparison between top-down and bottom-up type convective flows in a rotating spherical shell with stress-free boundaries

*谷口 陽菜実[1]、高橋 太[1]、竹広 真一[2] (1.九州大学、2.京都大学)

[MIS18-P05] 強磁場の下での熱対流に見られる二次元的なロール構造とその振動

*柳澤 孝寿[1]、田坂 裕司[2]、宮腰 剛広[1]、櫻庭 中[3] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、2.北海道大学大学院　工学研究院、3.東京大学大学院　理学系研究科)

[MIS18-P06] Two-dimensional or shallow water MHD waves on a rotating sphere with an imposed azimuthal magnetic field

*中島 涼輔[1]、吉田 茂生[2] (1.九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻、2.九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[M-IS18] 地球流体力学：地球惑星現象への分野横断的アプローチ

コンビーナ:伊賀 啓太(東京大学大気海洋研究所)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、柳澤 孝寿(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、相木 秀則(名古屋大学)

[MIS18-P01] 南北1次元EBMを用いた地球型系外惑星の定常気候状態に関するパラメタ実験

*大中 智博[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学 理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[MIS18-P02] 台風の内部コア領域に見られる波数２擾乱に関する研究

*河田 裕貴[1]、伊賀 啓太[1]、横田 祥[2]、栃本 英伍[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[MIS18-P03] Typhoon-induced vertical mixing measured by the Kuroshio Extension Observatory buoy

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

[MIS18-P04] A comparison between top-down and bottom-up type convective flows in a rotating spherical shell with stress-free boundaries

*谷口 陽菜実[1]、高橋 太[1]、竹広 真一[2] (1.九州大学、2.京都大学)

[MIS18-P05] 強磁場の下での熱対流に見られる二次元的なロール構造とその振動

*柳澤 孝寿[1]、田坂 裕司[2]、宮腰 剛広[1]、櫻庭 中[3] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、2.北海道大学大学院　工学研究院、3.東京大学大学院　理学系研究科)

[MIS18-P06] Two-dimensional or shallow water MHD waves on a rotating sphere with an imposed azimuthal magnetic field

*中島 涼輔[1]、吉田 茂生[2] (1.九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻、2.九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | 103 1F

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)、座長:苅谷 愛彦(専修大学)

9:00 ~ 9:15

[MIS20-01] 多摩川上流・本仁田山の完新世地すべり堆積物

*苅谷 愛彦[1]、澤部 孝一郎[2] (1.専修大学文学部環境地理学科、2.国土防災技術)

9:15 ~ 9:30

[MIS20-02] 山岳地形の理解に対する立体表現地図と３D模型の活用とその効果

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

9:30 ~ 9:45

[MIS20-03] 八幡平火山の大規模地すべり地に形成された長沼の発達過程

*佐々木 夏来[1]、須貝 俊彦[1] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

9:45 ~ 10:00

[MIS20-04] 北アルプス乗鞍火山の高山帯・亜高山帯における気温・地温状況

*佐々木 明彦[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3] (1.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、2.信州大学大学院総合工学系研究科、3.信州大学理学部)

10:00 ~ 10:15

[MIS20-05] 山岳砂礫堆積域における土石流の発生流下特性

★招待講演

*今泉 文寿[1]、早川 裕弋[2]、經隆 悠[3]、堀田 紀文[4] (1.静岡大学農学部、2.北海道大学地球環境科学研究院、3.森林総合研究所、4.東京大学大学院農学研究科)

10:15 ~ 10:30

[MIS20-06] 梓川上流，上高地谷の徳沢－明神間における10年間の河道地形変化と植生変動

★招待講演

*島津 弘[1] (1.立正大学地球環境科学部地理学科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | 103 1F

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)、座長:佐々木 明彦

10:45 ~ 11:00

[MIS20-07] 福島第一原子力発電所事故後の福島県内山地源流域におけるトリチウム・フロン類を用いた地下水の年代推定

*榊原 厚一[1]、岩上 翔[2]、辻村 真貴[3]、安部 豊[4]、羽田 真奈美[5]、Pun Ishwar[6]、恩田 裕一[3,7] (1.信州大学理学部、2.森林総合研究所、3.筑波大学生命環境系、4.神奈川県自然環境保全センター、5.筑波大学生命環境科学研究科、6.明治大学、7.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

11:00 ~ 11:15

[MIS20-08] 高木の樹高成長における水分生理学的適応

★招待講演

*東 若菜[1] (1.京都大学)

11:15 ~ 11:30

[MIS20-09] **高山植物コマクサにおける日本列島集団の遺伝構造とその形成過程に関する考察**

*尾崎 貴久[1]、松田 浩和、東城 幸治[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部理学科生物学コース)

11:30 ~ 11:45

[MIS20-10] 秋田駒ヶ岳北方の偽高山帯におけるオオシラビソ小林分の成立過程

*今野 明咲香[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS20-11] 越後山脈に分布するスギを含むマツ林の形成とその環境要因について

*安田 正次[1] (1.アジア航測株式会社)

12:00 ~ 12:15

[MIS20-12] 氷河上の雪氷微生物がアジア山岳域の高山生態系に与える影響：氷河から流出するクリオコナイトによる氷河後退域の土壌形成

★招待講演

*竹内 望[1]、塩向 雅斗[1] (1.千葉大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 103 1F

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)、座長:奈良間 千之(新潟大学)

13:45 ~ 14:00

[MIS20-13] 山岳地域における複数地点間の雪面熱収支特性の比較

*西村 基志[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合工学系研究科、2.国士舘大学文学部地理学教室、3.信州大学理学部)

14:00 ~ 14:15

[MIS20-14] 乗鞍岳東斜面における局地風系に及ぼす積雪の影響

*上原 元樹[1]、鈴木 啓助[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部)

14:15 ~ 14:30

[MIS20-15] **飛騨山脈における“雪崩涵養型”の氷河・多年性雪渓の質量収支**

*有江 賢志朗[1]、奈良間 千之[2]、福井 幸太郎[3]、飯田 肇[3] (1.新潟大学大学院自然科学研究科　、2.新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3.立山カルデラ砂防博物館)

14:30 ~ 14:45

[MIS20-16] 西穂高岳近郊で発生する雲海及び滝雲の発生形態

★招待講演

*粟澤 徹[1] (1.国立大学法人信州大学　理学部)

14:45 ~ 15:00

[MIS20-17] 阿蘇山西麓を吹走する局地風「まつぼり風」に関するレビューと展望

★招待講演

*松山 洋[1] (1.首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科)

15:00 ~ 15:15

[MIS20-18] **Two decades of mountain climate monitoring and research: lessons learned and future challenges.**

*Luis Duran[1,2,3]、Irene Rodríguez-Muñoz[1] (1.interMET Sistemas y Redes S.L.U. Madrid. Spain、2.Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación del Parque Nacional Sierra de Guadarrama. Madrid. Spain、3.Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid. Spain)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)

[MIS20-P01] 天城火山南東部・白田川流域における更新世後期以降の段丘地形と地すべり地形の発達

*徳本 直生[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学、2.専修大学、3.日本ジオサービス)

[MIS20-P02] 中部山岳地域における気温と積雪深の変動

*鈴木 啓助[1]、佐々木 明彦[2] (1.信州大学理学部、2.国士舘大学文学部)

[MIS20-P03] 山形県月山の積雪中に見られた高密度のクマムシ

*小野 誠仁[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P04] 中部山岳地域における降水安定同位体比の変動要因

*桂川 司[1]、山中 勤[2]、佐々木 明彦[3]、黒雲 勇希[1]、西村 基志[1]、清水 啓紀[1]、鈴木 啓助[4] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.筑波大学生命環境系、3.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、4.信州大学理学部)

[MIS20-P05] 横尾岩小屋モレーンより低位置で発見された氷河性堆積物の可能性をもつ岩屑

*石橋 真那美[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学部、2.専修大学、3.日本ジオサービス株式会社)

[MIS20-P06] 白馬大雪渓周辺における近年の岩盤斜面の地形変化

*杉山 博崇[1]、奈良間 千之[2]、井上 公[3] (1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3.防災科学技術研究所)

[MIS20-P07] 乗鞍岳の源流域における大気沈着および表面流を介した化学物質の挙動

*清水 啓紀[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.国士舘大学文学部地理学教室、3.信州大学理学部)

[MIS20-P08] 飛騨山脈，立山カルデラの重力断層の過去55年間の活動状況

*福井 幸太郎[1]、飯田 肇[1] (1.立山カルデラ砂防博物館)

[MIS20-P09] 上高地・槍-穂高連峰の高山帯・亜高山帯山岳池沼における底生動物の集団構造と遺伝構造

*井上 恵輔[1]、東城 幸治[1] (1.国立大学法人信州大学理学部理学科生物学コース)

[MIS20-P10] 森林限界の樹木4種における細根系の水および炭素利用様式の解明

*矢原 ひかり[1]、東 若菜[2]、鎌倉 真依[2]、牧田 直樹[1] (1.信州大学総合理工学研究科、2.京都大学農学研究科)

[MIS20-P11] 可視　近赤外分光反射率画像を用いた樹木細根の樹種間差と根特性の評価

*谷川 夏子[1]、中路 達郎[3]、小畠 実和[2]、牧田 直樹[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部、3.北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

[MIS20-P12] 上高地における冷気湖形成の熱収支解析

*小山 紗莉[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学大学院総合工学系研究科、3.信州大学理学部)

[MIS20-P13] 9世紀後半に発生した赤石山地ドンドコ沢岩石なだれの堰き止め湖沼堆積物中における材化石群の発見とその意義

*木村 誇[1]、山田 隆二[1]、苅谷 愛彦[2] (1.防災科学技術研究所、2.専修大学)

[MIS20-P14] 大雪山国立公園においてどのような高山植物が訪問者を引き付けるのか

*雨谷 教弘[1]、豆野 皓太[1,2]、小熊 宏之[1]、久保 雄広[1] (1.国立環境研究所、2.北海道大学)

[MIS20-P15] 山形県月山における雪氷藻類による彩雪現象の時空間分布とその決定要因

*鈴木 拓海[1]、竹内 望[1]、高橋 翼[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P16] 山形県月山におけるセッケイカワゲラの種と食性に関する研究

*米地 梨紗子[1]、竹内 望[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P17] 2017年8月4日にラダック，アチナータン村で生じた氷河湖出水

早乙女 真穂[2]、*奈良間 千之[1]、櫻井 尚輝[2] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科)

[MIS20-P18] 空撮画像を用いたケニア山における最近の氷河変動

*奈良間 千之[1]、有江 賢志朗[2]、水野 一晴[3] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.京都大学大学院文学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)

[MIS20-P01] 天城火山南東部・白田川流域における更新世後期以降の段丘地形と地すべり地形の発達

*徳本 直生[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学、2.専修大学、3.日本ジオサービス)

[MIS20-P02] 中部山岳地域における気温と積雪深の変動

*鈴木 啓助[1]、佐々木 明彦[2] (1.信州大学理学部、2.国士舘大学文学部)

[MIS20-P03] 山形県月山の積雪中に見られた高密度のクマムシ

*小野 誠仁[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P04] 中部山岳地域における降水安定同位体比の変動要因

*桂川 司[1]、山中 勤[2]、佐々木 明彦[3]、黒雲 勇希[1]、西村 基志[1]、清水 啓紀[1]、鈴木 啓助[4] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.筑波大学生命環境系、3.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、4.信州大学理学部)

[MIS20-P05] 横尾岩小屋モレーンより低位置で発見された氷河性堆積物の可能性をもつ岩屑

*石橋 真那美[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学部、2.専修大学、3.日本ジオサービス株式会社)

[MIS20-P06] 白馬大雪渓周辺における近年の岩盤斜面の地形変化

*杉山 博崇[1]、奈良間 千之[2]、井上 公[3] (1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3.防災科学技術研究所)

[MIS20-P07] 乗鞍岳の源流域における大気沈着および表面流を介した化学物質の挙動

*清水 啓紀[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.国士舘大学文学部地理学教室、3.信州大学理学部)

[MIS20-P08] 飛騨山脈，立山カルデラの重力断層の過去55年間の活動状況

*福井 幸太郎[1]、飯田 肇[1] (1.立山カルデラ砂防博物館)

[MIS20-P09] 上高地・槍-穂高連峰の高山帯・亜高山帯山岳池沼における底生動物の集団構造と遺伝構造

*井上 恵輔[1]、東城 幸治[1] (1.国立大学法人信州大学理学部理学科生物学コース)

[MIS20-P10] 森林限界の樹木4種における細根系の水および炭素利用様式の解明

*矢原 ひかり[1]、東 若菜[2]、鎌倉 真依[2]、牧田 直樹[1] (1.信州大学総合理工学研究科、2.京都大学農学研究科)

[MIS20-P11] 可視　近赤外分光反射率画像を用いた樹木細根の樹種間差と根特性の評価

*谷川 夏子[1]、中路 達郎[3]、小畠 実和[2]、牧田 直樹[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部、3.北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

[MIS20-P12] 上高地における冷気湖形成の熱収支解析

*小山 紗莉[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学大学院総合工学系研究科、3.信州大学理学部)

[MIS20-P13] 9世紀後半に発生した赤石山地ドンドコ沢岩石なだれの堰き止め湖沼堆積物中における材化石群の発見とその意義

*木村 誇[1]、山田 隆二[1]、苅谷 愛彦[2] (1.防災科学技術研究所、2.専修大学)

[MIS20-P14] 大雪山国立公園においてどのような高山植物が訪問者を引き付けるのか

*雨谷 教弘[1]、豆野 皓太[1,2]、小熊 宏之[1]、久保 雄広[1] (1.国立環境研究所、2.北海道大学)

[MIS20-P15] 山形県月山における雪氷藻類による彩雪現象の時空間分布とその決定要因

*鈴木 拓海[1]、竹内 望[1]、高橋 翼[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P16] 山形県月山におけるセッケイカワゲラの種と食性に関する研究

*米地 梨紗子[1]、竹内 望[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P17] 2017年8月4日にラダック，アチナータン村で生じた氷河湖出水

早乙女 真穂[2]、*奈良間 千之[1]、櫻井 尚輝[2] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科)

[MIS20-P18] 空撮画像を用いたケニア山における最近の氷河変動

*奈良間 千之[1]、有江 賢志朗[2]、水野 一晴[3] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.京都大学大学院文学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | 106 1F

[M-IS23] 惑星火山学

コンビーナ:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、片岡 香子(新潟大学災害・復興科学研究所)、大槻 静香(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)

9:00 ~ 9:15

[MIS23-01] 隔絶された火山島，西之島の成長と進化

★招待講演

*前野 深[1] (1.東京大学地震研究所)

9:15 ~ 9:30

[MIS23-02] 地球型惑星のサイズと火成活動の型：マントル•ダイナミクスモデルからの予測

*小河 正基[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

9:30 ~ 9:45

[MIS23-03] 月火星の縦孔と溶岩チューブと　その天窓となる縦孔を通しての探査

*春山 純一[1]、岩田 隆浩[1]、山本 幸生[1]、郭 哲也[2,1]、三宅 亙[2]、熊本 篤志[3]、石山 謙[1]、横田 康弘[4]、大野 匠[2,1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.東海大学、3.東北大学、4.高知大学)

9:45 ~ 10:00

[MIS23-04] 衛星イオの火山活動、大気形成と散逸

*土屋 史紀[1]、古賀 亮一[1]、米田 瑞生[2]、鍵谷 将人[1]、吉岡 和夫[4]、疋田 伶奈[4]、村上 豪[3]、木村 智樹[1]、山崎 敦[3]、北 元[3]、吉川 一朗[4] (1.東北大学、2.タダノ、3.ISAS/JAXA、4.東京大学)

10:00 ~ 10:15

[MIS23-05] Cryovolcanism, a critical review

*栗田 敬[1] (1.東京大学地震研究所)

10:15 ~ 10:30

[MIS23-06] 太陽系天体における氷火山：その観測、重要性、将来への展望

★招待講演

*関根 康人[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-IS23] 惑星火山学

コンビーナ:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、片岡 香子(新潟大学災害・復興科学研究所)、大槻 静香(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[MIS23-P01] **地球・月・火星の溶岩チューブ洞窟形状による溶岩流温度の推定可能性**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[MIS23-P02] 月の海のマグマ噴出過程と時間変化

*諸田 智克[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[MIS23-P03] 高速衝突実験により生成された模擬火山灰粒子形状の統計解析

*野口 里奈[1]、大槻 静香[2]、鈴木 絢子、長谷川 直[1] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、2.産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

[MIS23-P04] Disequilibrium precipitation of salts during rapid freezing of brine: Implications for cryovolcanisms and formation of sodium carbonate of bright spots on Ceres.

*依田 優大[1,2]、関根 康人[2]、丹 秀也[1,2] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京工業大学　地球生命研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS23] 惑星火山学

コンビーナ:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、片岡 香子(新潟大学災害・復興科学研究所)、大槻 静香(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[MIS23-P01] **地球・月・火星の溶岩チューブ洞窟形状による溶岩流温度の推定可能性**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[MIS23-P02] 月の海のマグマ噴出過程と時間変化

*諸田 智克[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[MIS23-P03] 高速衝突実験により生成された模擬火山灰粒子形状の統計解析

*野口 里奈[1]、大槻 静香[2]、鈴木 絢子、長谷川 直[1] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、2.産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

[MIS23-P04] Disequilibrium precipitation of salts during rapid freezing of brine: Implications for cryovolcanisms and formation of sodium carbonate of bright spots on Ceres.

*依田 優大[1,2]、関根 康人[2]、丹 秀也[1,2] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京工業大学　地球生命研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 201B 2F

[M-IS28] 化学合成生態系と熱水・湧水・泥火山

コンビーナ:ジェンキンズ ロバート(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、土岐 知弘(琉球大学理学部)、井尻 暁(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、延原 尊美(静岡大学教育学部理科教育講座地学教室)、渡部 裕美(海洋研究開発機構)、浅田 美穂(国立研究法人海洋研究開発機構)、座長:土岐 知弘、Robert Jenkins(金沢大学)

13:45 ~ 14:00

[MIS28-01] Upper Pliocene large lucinid communities with cold-seep carbonates from the Shimajiri Group in the Miyagi-jima Island off the central part of Okinawa-jima Island, Japan

*延原 尊美[1]、ジェンキンズ ロバート[2]、野村 真一[3] (1.静岡大学教育学部理科教育講座地学教室、2.金沢大学理工研究域自然システム学系、3.千葉県立木更津高等学校)

14:00 ~ 14:15

[MIS28-02] 北海道夕張市に分布する前期白亜紀メタン湧水性化石群集

*島津 七海[1]、ジェンキンズ ロバート[1] (1.金沢大学)

14:15 ~ 14:30

[MIS28-03] 中生代以降のメタン湧水性生物群集の組成は何がコントロールしているのか？マリンスノー仮説

*ジェンキンズ ロバート[1] (1.金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)

14:30 ~ 14:45

[MIS28-04] メタン湧水炭酸塩岩の局所Sr同位体比分析：地質時代の湧水の起源解明に向けて

★招待講演

*宮嶋 佑典[1]、Michał Jakubowicz[2,3]、平田 岳史[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2.Institute of Geoecology and Geoinformation, Adam Mickiewicz University, Poland、3.Isotope Laboratory, Adam Mickiewicz University, Poland)

14:45 ~ 15:00

[MIS28-05] 深海泥火山の山体内部深部のメタン濃度推定

★招待講演

*Kioka A.[1]、Tsuji T.[2]、Otsuka H.[3]、Ashi J.[3] (1.インスブルック大学、2.九州大学、3.東京大学)

15:00 ~ 15:15

[MIS28-06] Discussion

*ジェンキンズ ロバート[1] (1.金沢大学理工研究域自然システム学系)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-IS28] 化学合成生態系と熱水・湧水・泥火山

コンビーナ:ジェンキンズ ロバート(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、土岐 知弘(琉球大学理学部)、井尻 暁(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、延原 尊美(静岡大学教育学部理科教育講座地学教室)、渡部 裕美(海洋研究開発機構)、浅田 美穂(国立研究法人海洋研究開発機構)

[MIS28-P01] 海域泥火山分布が示唆する西南日本太平洋側海底下の不均一な環境

*浅田 美穂[1,2]、北田 数也[2] (1.日本学術振興会特別研究員、2.国立研究法人海洋研究開発機構)

[MIS28-P02] 化学合成細菌を共生させるゴエモンコシオリエビの新しい分布域の発見とその分散能力の推定

*渡部 裕美[1]、Chen Chong[1]、Chan Tin-Yam[2]、Yang Chien-Hui[2]、Wang Chu-Chang[3]、御手洗 哲司[4]、山本 啓之[1] (1.海洋研究開発機構、2.国立台湾海洋大学、3.台湾海洋科学技術研究センター、4.沖縄科学技術大学院大学)

[MIS28-P03] 九十九湾に設置した鯨骨に生息するノリコイソメ科多毛類の分類と食性

*鈴木 碧[1]、ジェンキンズ ロバート[1]、小木曽 正造[2]、鈴木 信雄[3] (1.金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2.金沢大学総合技術部、3.金沢大学環日本海域環境研究センター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS28] 化学合成生態系と熱水・湧水・泥火山

コンビーナ:ジェンキンズ ロバート(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、土岐 知弘(琉球大学理学部)、井尻 暁(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、延原 尊美(静岡大学教育学部理科教育講座地学教室)、渡部 裕美(海洋研究開発機構)、浅田 美穂(国立研究法人海洋研究開発機構)

[MIS28-P01] 海域泥火山分布が示唆する西南日本太平洋側海底下の不均一な環境

*浅田 美穂[1,2]、北田 数也[2] (1.日本学術振興会特別研究員、2.国立研究法人海洋研究開発機構)

[MIS28-P02] 化学合成細菌を共生させるゴエモンコシオリエビの新しい分布域の発見とその分散能力の推定

*渡部 裕美[1]、Chen Chong[1]、Chan Tin-Yam[2]、Yang Chien-Hui[2]、Wang Chu-Chang[3]、御手洗 哲司[4]、山本 啓之[1] (1.海洋研究開発機構、2.国立台湾海洋大学、3.台湾海洋科学技術研究センター、4.沖縄科学技術大学院大学)

[MIS28-P03] 九十九湾に設置した鯨骨に生息するノリコイソメ科多毛類の分類と食性

*鈴木 碧[1]、ジェンキンズ ロバート[1]、小木曽 正造[2]、鈴木 信雄[3] (1.金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2.金沢大学総合技術部、3.金沢大学環日本海域環境研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

10:45 ~ 12:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:上木 賢太、加納 将行(東北大学 大学院理学研究科 地球物理学専攻)

10:45 ~ 11:15

[MGI33-01] 観測データと物理モデルに基づく火山噴火推移予測の可能性

★招待講演

*小屋口 剛博[1]、石井 憲介[2]、Anderson Kyle[3]、小園 誠史[4] (1.東京大学　地震研究所、2.気象研究所　火山研究部、3.米国地質調査所、4.東北大学大学院理学研究科)

11:15 ~ 11:30

[MGI33-02] スパースモデリングによる様々なテクトニクス場のマグマ化学組成の特徴抽出

*上木 賢太[1]、日野 英逸[2]、桑谷 立[1,3] (1.海洋研究開発機構、2.統計数理研究所、3.科学技術振興機構)

11:30 ~ 11:45

[MGI33-03] Automatic Detection of Stationary Gravity Waves in the Venus’ Atmosphere Using Deep Generative Models

*成田 穂[1]、木村 大毅[2]、山崎 敦[3]、今村 剛[1] (1.東京大学、2.IBM Research AI、3.宇宙航空研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[MGI33-04] 地熱流体パス抽出を目的とした超高解像度DEMとハイパースペクトル衛星画像による亀裂・鉱物分布解析

*久保 大樹[1]、権守 宏明[1]、Naftali Hawu Hede Arie[2]、Heriawan Mohamad Nur[2]、Iskandar Irwan[2]、小池 克明[1]、Notosiswoyo Sudarto[2] (1.京都大学大学院工学研究科、2.バンドン工科大学)

12:00 ~ 12:15

[MGI33-05] 統合的多変量解析に基づく北西太平洋深海堆積物の地球化学データ解析

*安川 和孝[1,2]、中村 謙太郎[1]、藤永 公一郎[2,1]、岩森 光[3,4]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学地震研究所、4.東京工業大学地球惑星科学専攻)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)

[MGI33-P01] 位置情報精度を向上した地球化学データベース「DODAI」について

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、吉田 健太[1]、桑谷 立[1,3]、モハメド 美香[1]、岩森 光[1,2,4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.科学技術振興機構、4.東京工業大学)

[MGI33-P02] Bayesian statistical evaluation method for detrital zircon geochronology

*古川 旦[1]、辻森 樹[1] (1.東北大学)

[MGI33-P03] 人工データを用いた機械学習による地球化学的データ処理および鉱山地域での重金属バックグラウンドを考慮した河川環境評価手法の提案

*佐藤 憲太[1]、澤山 兼吾[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[MGI33-P04] Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

*矢部 優[1]、福地 里菜[2]、上木 賢太[1]、濱田 洋平[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

[MGI33-P05] スパースモデリングによる不均質反応非線形ダイナミクスの推定

*伊藤 雅起[1]、桑谷 立[2]、大柳 良介[2]、大森 敏明[1] (1.神戸大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P06] How to obtain a high-SNR EPMA map?: complementary roles of high-resolution imaging and subsequent binning

*安本 篤史[1]、吉田 健太[2] (1.(株) 蒜山地質年代学研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P07] 全岩組成を用いた物質移動量のデータ駆動型解析

*桑谷 立[1,2]、吉田 健太[1]、上木 賢太[1]、大柳 良介[1]、宇野 正起[3]、赤穂 昭太郎[4] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.東北大学大学院環境科学研究科、4.産業技術総合研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)

[MGI33-P01] 位置情報精度を向上した地球化学データベース「DODAI」について

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、吉田 健太[1]、桑谷 立[1,3]、モハメド 美香[1]、岩森 光[1,2,4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.科学技術振興機構、4.東京工業大学)

[MGI33-P02] Bayesian statistical evaluation method for detrital zircon geochronology

*古川 旦[1]、辻森 樹[1] (1.東北大学)

[MGI33-P03] 人工データを用いた機械学習による地球化学的データ処理および鉱山地域での重金属バックグラウンドを考慮した河川環境評価手法の提案

*佐藤 憲太[1]、澤山 兼吾[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[MGI33-P04] Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

*矢部 優[1]、福地 里菜[2]、上木 賢太[1]、濱田 洋平[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

[MGI33-P05] スパースモデリングによる不均質反応非線形ダイナミクスの推定

*伊藤 雅起[1]、桑谷 立[2]、大柳 良介[2]、大森 敏明[1] (1.神戸大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P06] How to obtain a high-SNR EPMA map?: complementary roles of high-resolution imaging and subsequent binning

*安本 篤史[1]、吉田 健太[2] (1.(株) 蒜山地質年代学研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P07] 全岩組成を用いた物質移動量のデータ駆動型解析

*桑谷 立[1,2]、吉田 健太[1]、上木 賢太[1]、大柳 良介[1]、宇野 正起[3]、赤穂 昭太郎[4] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.東北大学大学院環境科学研究科、4.産業技術総合研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

15:30 ~ 17:00 | A08 東京ベイ幕張ホール

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:桑谷 立(海洋研究開発機構)、矢部 優(海洋研究開発機構)

15:30 ~ 16:00

[MGI33-06] マルコフ連鎖モンテカルロ法の現状：多峰性問題に強い手法とその応用を中心として

★招待講演

*伊庭 幸人[1] (1.統計数理研究所)

16:00 ~ 16:15

[MGI33-07] **Specifying rate constants and reaction path on the water-rock chemical reaction based on exchange Monte Carlo method and sparse modeling**

*大柳 良介[1]、桑谷 立[1]、大森 敏明[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.神戸大学)

16:15 ~ 16:30

[MGI33-08] 岩石ー水相互作用によるマルチスケール構造の理解のためのコア試料のX線CT画像の超解像

*大森 敏明[1]、岡本 敦[2]、道林 克禎[3]、 Oman Drilling Project Phase 2 Science Party (1.神戸大学、2.東北大学、3.名古屋大学)

16:30 ~ 16:45

[MGI33-09] パーシステントホモロジーを用いた3次元き裂ネットワークの構造評価

*宮澤 美幸[1]、鈴木 杏奈[2]、岡本 敦[1]、清水 浩之[3]、大林 一平[4]、平岡 裕章[4,5]、伊藤 高敏[2] (1.東北大学環境科学研究科、2.東北大学流体科学研究所、3.鹿島建設株式会社　土木設計本部、4.東北大学材料科学高等研究所、5.京都大学高等研究院)

16:45 ~ 17:00

[MGI33-10] Characteristic patterns and minimal dynamics of correlated seismicity in Japanese island region

*鳥海 光弘[1] (1.海洋研究開発機構)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

9:00 ~ 10:30 | 104 1F

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)、座長:Yusaku Ohta

9:00 ~ 9:30

[MTT46-01] 準天頂衛星システムの現状と将来構想

★招待講演

*小暮 聡[1] (1.内閣府宇宙開発戦略推進事務局準天頂衛星システム戦略室)

9:30 ~ 9:45

[MTT46-02] Application of the GNSS-A for other academic fields and fundamental marine information network

*横田 裕輔[1]、石川 直史[2]、渡邉 俊一[2] (1.東京大学生産技術研究所、2.海上保安庁海洋情報部)

9:45 ~ 10:00

[MTT46-03] Feasibility of the GNSS carrier phase to fault slip approach for the estimation of slip phenomena in subduction zone

*田中 優介[1]、太田 雄策[1]、宮崎 真一[2] (1.東北大学、2.京都大学)

10:00 ~ 10:15

[MTT46-04] Assimilation experiments of GNSS-derived ZTD and Sentinel-derived products into WRF to improve forecasts of severe rain events in Italy

*Eugenio Realini[1]、Martina Lagasio[2]、Luca Pulvirenti[2]、Antonio Parodi[2]、Andrea Gatti[1]、Giulio Tagliaferro[1]、Giovanna Venuti[3]、Stefano Barindelli[3]、Emanuele Passera[4]、Alessio Rucci[4]、Nazzareno Pierdicca[5]、Bjorn Rommen[6] (1.Geomatics Research & Development srl、2.CIMA Research Foundation、3.Dept. of Civil and Environmental Engineering, Politecnico di Milano、4.TRE Altamira srl、5.Dept. of Information Engineering, Electronics and Telecommunications, Sapienza Univ. of Rome、6.European Space Agency (ESA-ESTEC))

10:15 ~ 10:30

[MTT46-05] **An analysis of tropospheric delays using goGPS software on all GEONET stations during the passage of Typhoon Jebi in September 2018**

*Andrea Gatti[1]、Eugenio Realini[1]、Giulio Tagliaferro[1] (1.Geomatics Research & Development srl)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | 104 1F

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)、座長:Takuya Tsugawa

10:45 ~ 11:05

[MTT46-06] 全球GNSS-TEC観測データを用いた磁気嵐時の電離圏ダイナミクスに関する新知見

★招待講演

*新堀 淳樹[1]、大塚 雄一[1]、惣宇利 卓弥[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.情報通信研究機構)

11:05 ~ 11:20

[MTT46-07] Ionospheric space weather studies for GNSS users

*津川 卓也[1]、穂積 コンニャナット[1]、Jamjareegulgarn Punyawi[2]、Pornchai Supnithi[2]、斎藤 享[3]、大塚 雄一[3,4]、浜 真一[1]、直井 隆浩[1]、石井 守[1] (1.情報通信研究機構、2.KMITL、3.電子航法研究所、4.名古屋大学)

11:20 ~ 11:35

[MTT46-08] QZSS-TECでみる電離圏

*日置 幸介[1] (1.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

11:35 ~ 11:50

[MTT46-09] Precise estimation of total electron content by double-shell model using local receiver network

*丸山 隆[1,2]、穂積 コンニャナット[1]、G Ma[2]、Q Wan[2] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.中国科学院国家天文台)

11:50 ~ 12:05

[MTT46-10] Investigation of sea surface height detection by Global Navigation Satellite System Reflectometry (GNSS-R)

*磯口 治[1]、市川 香[2]、北澤 幸人[3] (1.（一財）リモート・センシング技術センター、2.九州大学、3.JAXA 宇宙科学研究所)

12:05 ~ 12:15

[MTT46-11] Discussion

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)

[MTT46-P01] 新たな海底地殻変動観測手法のためのGNSSブイからの連続音響測距

*田所 敬一[1]、衣笠 菜月[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、二村 彰[4]、松廣 健二郎[1] (1.名古屋大学地震火山研究センター、2.神奈川県温泉地学研究所、3.高知工業高等専門学校、4.弓削商船高等専門学校)

[MTT46-P02] Accuracy and precision assessment of the real-time kinematic GNSS time series for moored buoy using three-axis programable moving table

*太田 雄策[1]、今野 美冴[1]、木戸 元之[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.東北大学災害科学国際研究所)

[MTT46-P03] 静止衛星によるGNSS-R海面高度計測

*市川 香[1]、奥村 立樹[2]、根田 昌典[3]、馬場 康之[4] (1.九州大学応用力学研究所、2.九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、3.京都大学大学院理学研究科、4.京都大学防災研究所)

[MTT46-P04] **Estimation of typhoon wind speed using CYGNSS observations: A case study of Typhoon Lan in 2017**

*加古 真一郎[1]、富田 裕之[2]、市川 香[3] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.九州大学応用力学研究所)

[MTT46-P05] Ionospheric and seismic effects caused by the North Korea nuclear tests realized on 2006-2017

Nataliia Perevalova[2]、*Nikolai Shestakov[1]、Anna Dobrynina[3,4]、Dmitry Kostylev[7]、Meng Guojie[5]、Wei-Wei Wu[5,6] (1.Institute for Applied Mathematics FEB RAS, Vladivostok, Russia; Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia、2.Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia、3.Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia 、4.Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia 、5.Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration, Beijing, China、6.College of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai, China、7.Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS, Yuzhno_Sakhalinsk, Russia)

[MTT46-P06] Relationships between Water Vapor Concentration Index derived from GNSS and Surface Wind Convergence during Localized Heavy Rainfall in Tokyo in Summer

*瀬戸 芳一[1]、小司 禎教[2]、常松 展充[3]、高橋 日出男[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境学域、2.気象庁気象研究所、3.東京都環境科学研究所)

[MTT46-P07] 次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-

*市川 隆一[1]、氏原 秀樹[1]、佐藤 晋介[1]、雨谷 純[1]、太田 雄策[2]、宮原 伐折羅[3]、宗包 浩志[3]、長崎 岳人[4]、田島 治[5]、荒木 健太郎[6]、田尻 拓也[6]、瀧口 博士[7]、松島 健[8]、松島 喜雄[9]、桃谷 辰也[10]、宇都宮 健志[10] (1.情報通信研究機構、2.東北大学、3.国土地理院、4.高エネルギー加速器研究機構、5.京都大学、6.気象研究所、7.宇宙航空研究開発機構、8.九州大学、9.産業技術総合研究所、10.日本気象協会)

[MTT46-P08] Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar

*瀬古 弘[1]、佐藤 英一[1]、山内 洋[2] (1.気象研究所、2.気象庁)

[MTT46-P09] Spatial and temporal distribution of tropospheric water vapor observed by a Raman lidar and a GNSS receiver network over Shigaraki, Japan

*矢吹 正教[1]、津田 敏隆[1]、河野 邑弥[2]、鳥取 裕作[2]、塚本 誠[2]、竹内 栄治[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.英弘精機株式会社)

[MTT46-P10] **Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations**

*小司 禎教[1]、酒井 哲[2]、足立 アホロ[1]、吉田 智[2]、永井 智広[2] (1.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第３研究室)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_43

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)

[MTT46-P01] 新たな海底地殻変動観測手法のためのGNSSブイからの連続音響測距

*田所 敬一[1]、衣笠 菜月[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、二村 彰[4]、松廣 健二郎[1] (1.名古屋大学地震火山研究センター、2.神奈川県温泉地学研究所、3.高知工業高等専門学校、4.弓削商船高等専門学校)

[MTT46-P02] Accuracy and precision assessment of the real-time kinematic GNSS time series for moored buoy using three-axis programable moving table

*太田 雄策[1]、今野 美冴[1]、木戸 元之[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.東北大学災害科学国際研究所)

[MTT46-P03] 静止衛星によるGNSS-R海面高度計測

*市川 香[1]、奥村 立樹[2]、根田 昌典[3]、馬場 康之[4] (1.九州大学応用力学研究所、2.九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、3.京都大学大学院理学研究科、4.京都大学防災研究所)

[MTT46-P04] **Estimation of typhoon wind speed using CYGNSS observations: A case study of Typhoon Lan in 2017**

*加古 真一郎[1]、富田 裕之[2]、市川 香[3] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.九州大学応用力学研究所)

[MTT46-P05] Ionospheric and seismic effects caused by the North Korea nuclear tests realized on 2006-2017

Nataliia Perevalova[2]、*Nikolai Shestakov[1]、Anna Dobrynina[3,4]、Dmitry Kostylev[7]、Meng Guojie[5]、Wei-Wei Wu[5,6] (1.Institute for Applied Mathematics FEB RAS, Vladivostok, Russia; Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia、2.Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia、3.Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia 、4.Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia 、5.Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration, Beijing, China、6.College of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai, China、7.Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS, Yuzhno_Sakhalinsk, Russia)

[MTT46-P06] Relationships between Water Vapor Concentration Index derived from GNSS and Surface Wind Convergence during Localized Heavy Rainfall in Tokyo in Summer

*瀬戸 芳一[1]、小司 禎教[2]、常松 展充[3]、高橋 日出男[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境学域、2.気象庁気象研究所、3.東京都環境科学研究所)

[MTT46-P07] 次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-

*市川 隆一[1]、氏原 秀樹[1]、佐藤 晋介[1]、雨谷 純[1]、太田 雄策[2]、宮原 伐折羅[3]、宗包 浩志[3]、長崎 岳人[4]、田島 治[5]、荒木 健太郎[6]、田尻 拓也[6]、瀧口 博士[7]、松島 健[8]、松島 喜雄[9]、桃谷 辰也[10]、宇都宮 健志[10] (1.情報通信研究機構、2.東北大学、3.国土地理院、4.高エネルギー加速器研究機構、5.京都大学、6.気象研究所、7.宇宙航空研究開発機構、8.九州大学、9.産業技術総合研究所、10.日本気象協会)

[MTT46-P08] Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar

*瀬古 弘[1]、佐藤 英一[1]、山内 洋[2] (1.気象研究所、2.気象庁)

[MTT46-P09] Spatial and temporal distribution of tropospheric water vapor observed by a Raman lidar and a GNSS receiver network over Shigaraki, Japan

*矢吹 正教[1]、津田 敏隆[1]、河野 邑弥[2]、鳥取 裕作[2]、塚本 誠[2]、竹内 栄治[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.英弘精機株式会社)

[MTT46-P10] **Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations**

*小司 禎教[1]、酒井 哲[2]、足立 アホロ[1]、吉田 智[2]、永井 智広[2] (1.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第３研究室)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | 106 1F

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)、座長:Yoshinori Shoji(Meteorological Research Institute)

15:30 ~ 15:45

[MTT46-12] Study on tropospheric delay variations extracted from a short baseline analysis and their application to meteorological observation

*吉原 貴之[1]、斎藤 享[1]、毛塚 敦[1]、齊藤 真二[1] (1.国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所)

15:45 ~ 16:00

[MTT46-13] Water vapor estimation using digital terrestrial broadcasting waves
- Field test in Tokyo metropolitan area and trial production of small devices -

*川村 誠治[1]、花土 弘[1]、太田 弘毅[1]、松村 喜修[2]、森 良輔[2]、野田 一善[2]、長谷川 照晃[2] (1.国立研究開発法人 情報通信研究機構、2.株式会社ソシオネクスト)

16:00 ~ 16:15

[MTT46-14] 920MHz通信無線の伝搬遅延計測による水蒸気推定

*志賀 信泰[1]、安田 哲[1]、川村 誠治[1]、花土 弘[1]、市川 隆一[1]、岩井 宏徳[1]、佐藤 晋介[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

16:15 ~ 16:30

[MTT46-15] Comparison of a water vapor observation with GPS and high sensitivity microwave radiometer, KUMODeS

*長崎 岳人[1]、田島 治[2]、市川 隆一[3]、瀧口 博士[4]、荒木 健太郎[5]、石元 裕史[5] (1.大学共同利用機関法人　高エネルギー加速器研究機構　素粒子原子核研究所、2.京都大学、3.国立研究開発法人　情報通信研究機構、4.国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構、5.気象庁気象研究所)

16:30 ~ 16:45

[MTT46-16] 局地的豪雨予測のための水蒸気ラマンライダーの開発と観測

*永井 智広[1]、酒井 哲[1]、吉田 智[1]、泉 敏治[2]、横田 祥[1]、瀬古 弘[1]、小司 禎教[1]、白石 浩一[3] (1.気象庁　気象研究所、2.気象庁、3.福岡大学)

16:45 ~ 17:00

[MTT46-17] Study of Water Vapor Monitoring in the Open Ocean using Kinematic Precise Point Positioning

*小司 禎教[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、津田 敏隆[4]、矢吹 正教[4] (1.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2.神奈川県温泉地学研究所、3.高知工業高等専門学校、4.京都大学生存圏研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-TT47] 人新世における高精細地形・地球物理データの活用

コンビーナ:早川 裕弋(北海道大学地球環境科学研究院)、楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、Gomez Christopher(神戸大学 海事科学部 海域火山リスク科学研究室)

[MTT47-P01] High-definition topography monitoring after riverbed cultivation in the Echi River, central Japan

*小倉 拓郎[1,2]、淺野 悟史[3]、水野 敏明[3]、東 善広[3]、北井 剛[4]、早川 裕弋[5,6]、飯塚 浩太郎[6] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、4.滋賀県立琵琶湖博物館、5.北海道大学地球環境研究院、6.東京大学空間情報科学研究センター)

[MTT47-P02] **Spatial distribution of land surface displacements in the crater of Tateyama Midagahara Volcano using high-definition topographic data**

*早川 裕弋[1]、楠本 成寿[2]、小倉 拓郎[3,4] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.富山大学大学院理工学研究部、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.北海道大学大学院環境科学院)

[MTT47-P03] SfM/MVSを用いた簡易的な河床形状復元および水深評価に関する検討

*大澤 幸太[1]、新里 忠史[2]、三田地 勝昭[3]、川村 淳[1]、大川 真弘[1] (1.三菱マテリアルテクノ株式会社、2.日本原子力研究開発機構、3.エイ・ティ・エス株式会社)

[MTT47-P04] Ground Penetrating Radar Imaging of Moisture and Water movement in volcanic soil

*Christopher A Gomez[1] (1.Kobe University Faculty of Maritime Sciences Volcanic Risk at Sea Research Group)

[MTT47-P05] **Estimating Eruptive Volumes of Mud Volcano Southwestern Taiwan by Using UAV and SfM-MVS Photogrammetry**

*CHIA-YING LIU[1]、Ray Y Chuang[1]、Horng-Yue Chen[2] (1.Department of Geography, National Taiwan University、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[MTT47-P06] Increasing temporal depth of urban Land-Use Regression Models by wind-data driven dynamic buffer generation

*Tilman Leo Hohenberger[1]、King Wai Leung[1] (1.Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-TT47] 人新世における高精細地形・地球物理データの活用

コンビーナ:早川 裕弋(北海道大学地球環境科学研究院)、楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、Gomez Christopher(神戸大学 海事科学部 海域火山リスク科学研究室)

[MTT47-P01] High-definition topography monitoring after riverbed cultivation in the Echi River, central Japan

*小倉 拓郎[1,2]、淺野 悟史[3]、水野 敏明[3]、東 善広[3]、北井 剛[4]、早川 裕弋[5,6]、飯塚 浩太郎[6] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、4.滋賀県立琵琶湖博物館、5.北海道大学地球環境研究院、6.東京大学空間情報科学研究センター)

[MTT47-P02] **Spatial distribution of land surface displacements in the crater of Tateyama Midagahara Volcano using high-definition topographic data**

*早川 裕弋[1]、楠本 成寿[2]、小倉 拓郎[3,4] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.富山大学大学院理工学研究部、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.北海道大学大学院環境科学院)

[MTT47-P03] SfM/MVSを用いた簡易的な河床形状復元および水深評価に関する検討

*大澤 幸太[1]、新里 忠史[2]、三田地 勝昭[3]、川村 淳[1]、大川 真弘[1] (1.三菱マテリアルテクノ株式会社、2.日本原子力研究開発機構、3.エイ・ティ・エス株式会社)

[MTT47-P04] Ground Penetrating Radar Imaging of Moisture and Water movement in volcanic soil

*Christopher A Gomez[1] (1.Kobe University Faculty of Maritime Sciences Volcanic Risk at Sea Research Group)

[MTT47-P05] **Estimating Eruptive Volumes of Mud Volcano Southwestern Taiwan by Using UAV and SfM-MVS Photogrammetry**

*CHIA-YING LIU[1]、Ray Y Chuang[1]、Horng-Yue Chen[2] (1.Department of Geography, National Taiwan University、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[MTT47-P06] Increasing temporal depth of urban Land-Use Regression Models by wind-data driven dynamic buffer generation

*Tilman Leo Hohenberger[1]、King Wai Leung[1] (1.Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-ZZ その他

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[M-ZZ51] 地球惑星科学の科学史・科学哲学・科学技術社会論

コンビーナ:矢島 道子(日本大学文理学部)、青木 滋之(中央大学文学部)、山田 俊弘(東京大学大学院教育学研究科研究員)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MZZ51-P01] 宇宙論がもたらす「人生の意味」への問い

*青木 滋之[1] (1.会津大学コンピュータ理工学部)

[MZZ51-P02] 層序学における「ステノ革命」再考―『プロドロムス』（1669年）から「人新世」まで

*山田 俊弘[1] (1.東京大学大学院教育学研究科研究員)

[MZZ51-P03] ナウマンはどうやって、日本の地質図を描いたか

*矢島 道子[1] (1.日本大学文理学部)

[MZZ51-P04] 明治期気象観測ネットワーク構築における民間部門の役割

*山本 哲[1] (1.気象庁気象研究所)

[MZZ51-P05] 地質学におけるティコ・ブラーエたち；プレート・テクトニクス革命における折衷モデル

*千葉 淳一[1] (1.大原法律専門学校)

[MZZ51-P06] 松本達郎（1913-2008)の日本におけるプレートテクトニクス・パラダイム転換への貢献

*眞島 英壽[1] (1.明治大学黒耀石研究センター)

[MZZ51-P07] ネット民俗学的アプローチによる2018年草津白根山噴火への社会的反応分析

*山田 耕[1] (1.早稲田大学政治経済学術院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-ZZ その他

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-ZZ51] 地球惑星科学の科学史・科学哲学・科学技術社会論

コンビーナ:矢島 道子(日本大学文理学部)、青木 滋之(中央大学文学部)、山田 俊弘(東京大学大学院教育学研究科研究員)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MZZ51-P01] 宇宙論がもたらす「人生の意味」への問い

*青木 滋之[1] (1.会津大学コンピュータ理工学部)

[MZZ51-P02] 層序学における「ステノ革命」再考―『プロドロムス』（1669年）から「人新世」まで

*山田 俊弘[1] (1.東京大学大学院教育学研究科研究員)

[MZZ51-P03] ナウマンはどうやって、日本の地質図を描いたか

*矢島 道子[1] (1.日本大学文理学部)

[MZZ51-P04] 明治期気象観測ネットワーク構築における民間部門の役割

*山本 哲[1] (1.気象庁気象研究所)

[MZZ51-P05] 地質学におけるティコ・ブラーエたち；プレート・テクトニクス革命における折衷モデル

*千葉 淳一[1] (1.大原法律専門学校)

[MZZ51-P06] 松本達郎（1913-2008)の日本におけるプレートテクトニクス・パラダイム転換への貢献

*眞島 英壽[1] (1.明治大学黒耀石研究センター)

[MZZ51-P07] ネット民俗学的アプローチによる2018年草津白根山噴火への社会的反応分析

*山田 耕[1] (1.早稲田大学政治経済学術院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月27日(月) 9:30 ~ 10:30 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:田近 英一、春山 成子

世界のトップサイエンスとして学術的価値の高い研究は, 科研費規模の研究費では収まりきれず，いわゆる大型研究（研究経費総額10〜100億円超）としての綿密な計画が必要となることが少なくない．このような大型研究計画の実現には，(1) コミュニティ内で厳しい「相互批判」を交わし，計画を練り上げること，及び (2) 最終的にはコミュニティ全体としての優先順位について合意形成すること，の2点が重要となる．3年毎に策定される学術会議の大型研究マスタープラン（MP）は，このようなプロセスを強く促し，重点研究に選定された計画は省庁の予算付けの参考にされることもある．

　現行のMP2017は2020年に大改訂が行われることを踏まえ，本セッションを提案する．地球惑星科学コミュニティにおいて現在どのような大型研究が計画されており，どれが優先順位の高い計画かについての合意形成が重要であるため，本セッションには公開ヒアリングの性格も持たせる．あわせて，他分野も含めた情勢や地球惑星科学をより戦略的に進めるための視点等も議論する．本セッションは，日本学術会議地球惑星科学委員会と日本地球惑星科学連合の共催である．

9:30 ~ 9:45

Introduction

9:45 ~ 10:08

[U05-01] 国際アストロ・バイオサイエンス研究センター

★招待講演

*磯崎 行雄[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻広域システム科学系)

10:08 ~ 10:30

[U05-02] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

★招待講演

*山本 衛[1]、橋口 浩之[1]、横山 竜宏[1]、宮岡 宏[2]、小川 泰信[2]、塩川 和夫[3]、野澤 悟徳[3]、吉川 顕正[4]、津田 敏隆[5,1] (1.京都大学生存圏研究所、2.国立極地研究所、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.九州大学国際宇宙天気科学・教育センター、5.情報・システム研究機構)

国際アストロ・バイオサイエンス研究センター
International Astro-Bioscience Research Center

*磯崎 行雄[1]
*Yukio Isozaki[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻広域システム科学系
1. Department of Earth Science and Astronomy, Multi-disciplinary Sciences - General Systems Studies, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

国家戦略としての大型研究は複数分野を包含する学際的取組みになるのが自然である。２０世紀末から２１世紀初頭の日本での地球惑星科学研究は、超高層大気、大気・海洋循環、地球表層環境、固体地球（プレート・プルーム・地球磁場）などの個々の対象について要素還元主義型研究を進めてきた。しかし海外からの視点では、欧米からのアイデアと技術の移植が主体で、世界を大きくリードする独自の研究は育っていないように映るという批判がある。

限られた科学研究予算を強いられる日本において、唯一、地球中心核から、マントルや表層地殻、表層生物圏、そして宇宙までを網羅した多圏地球の構造とシステム変動を解明できる資産がある。日本に最も有利なのは、日本人研究者の手で30年以上継続して世界中から系統的に収集された膨大な量の岩石・地層（地球史試料）を既に保持していることである。世界にはこれに匹敵する例はないので、これを有効利用する独自の研究拠点を作り、世界中の研究機関と密接なネットワークを構築して、日本主導の地球・生命の起源／進化の解読を目指すべきである。地球史という最も長いタイムスパンで地球を理解することは、現在、人類が直面するサステイナビリティー問題と直結している。

キーワード：アストロバイオサイエンス、地球史
Keywords: Astro-Bioscience, Earth history

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽地球系結合過程の研究基盤形成
Study of coupling processes in the solar-terrestrial system

*山本 衛[1]、橋口 浩之[1]、横山 竜宏[1]、宮岡 宏[2]、小川 泰信[2]、塩川 和夫[3]、野澤 悟徳[3]、吉川 顕正[4]、津田 敏隆[5,1]
*Mamoru Yamamoto[1], Hiroyuki Hashiguchi[1], Tatsuhiro Yokoyama[1], Hiroshi Miyaoka[2], Yasunobu Ogawa[2], Kazuo Shiokawa[3], Satonori Nozawa[3], Akimasa Yoshikawa[4], Toshitaka Tsuda[5,1]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 国立極地研究所、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 九州大学国際宇宙天気科学・教育センター、5. 情報・システム研究機構
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. National Institute of Polar Research, 3. Institute for Space-Earth Environmental Laboratory, Nagoya University, 4. International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, 5. Research Organization of Information and Systems

太陽から地球に至るエネルギーの内、放射は赤道域で最大となり、太陽風は磁力線を通じて極域に集中する。赤道との極域の2つの特異点に大型設備を建設、全球に広域地上観測網を整備し研究を推進する。

（１）赤道ファウンテン

インドネシアに赤道MUレーダーを設置し、対流圏、中層大気、電離圏（超高層大気）に至るエネルギー・物質の噴流・循環過程（赤道ファウンテン）を解明する。

（２）極域エネルギー流入過程

スカンジナビア半島北部のEISCAT_3Dレーダー建設（6か国共同）に参加する。極域の電離圏・磁気圏を高解像度観測し、エネルギー流入と応答過程を解明する。

（３）グローバル結合過程

広域地上観測網を赤道から極域に展開する。IUGONET観測データ統合解析システム、多様な観測衛星、数値モデル研究と共同して、エネルギーと物質のグローバル結合過程を研究する。

本計画はマスタープラン2014／2017の重点大型研究計画であり文部科学省ロードマップ2014に掲載された。各研究機関から概算要求中である。これまでの評価を踏まえ、引き続きマスタープラン2020に応募する。

キーワード：赤道MUレーダー、EISCAT_3Dレーダー、国際観測網、IUGONET
Keywords: Equatorial MU Radar, EISCAT_3D Radar, International Observation Network, IUGONET

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:春山 成子、川幡 穂高

世界のトップサイエンスとして学術的価値の高い研究は, 科研費規模の研究費では収まりきれず，いわゆる大型研究（研究経費総額10〜100億円超）としての綿密な計画が必要となることが少なくない．このような大型研究計画の実現には，(1) コミュニティ内で厳しい「相互批判」を交わし，計画を練り上げること，及び (2) 最終的にはコミュニティ全体としての優先順位について合意形成すること，の2点が重要となる．3年毎に策定される学術会議の大型研究マスタープラン（MP）は，このようなプロセスを強く促し，重点研究に選定された計画は省庁の予算付けの参考にされることもある．
　現行のMP2017は2020年に大改訂が行われることを踏まえ，本セッションを提案する．地球惑星科学コミュニティにおいて現在どのような大型研究が計画されており，どれが優先順位の高い計画かについての合意形成が重要であるため，本セッションには公開ヒアリングの性格も持たせる．あわせて，他分野も含めた情勢や地球惑星科学をより戦略的に進めるための視点等も議論する．本セッションは，日本学術会議地球惑星科学委員会と日本地球惑星科学連合の共催である．

10:45 ~ 11:08

[U05-03] Development of the global earth observation system using satellites

★Invited Papers

*Shinichi Sobue[1]、Yoshiaki HONDA[3]、Shuichi Rokugawa[2]、Akira Iwasaki[2]、Nobuhiro Takahashi[4]、Yukari Takayabu[2]、Riko Oki[1]、Toshiyoshi Kimura[1]、Teruyuki Nakajima[1]、Takeo Tadono[1]、Kosuke Yamamoto[1] (1.Japan Aerospace Exploration Agency、2.University of Tokyo、3.Chiba University、4.Nagoya University)

11:08 ~ 11:31

[U05-04] 航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進

★招待講演

*小池 真[1,2] (1.東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.公益社団法人日本気象学会)

11:31 ~ 11:54

[U05-05] 深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化

★招待講演

*日比谷 紀之[1] (1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)

11:54 ~ 12:15

[U05-06] 極域科学の新展開：氷床変動に起因する海水準上昇予測のための拠点観測

★招待講演

*中村 卓司[1]、杉山 慎[2]、阿部 彩子[3]、青木 輝夫[4]、野木 義史[1]、田村 岳史[1] (1.国立極地研究所、2.北海道大学低温科学研究所、3.東京大学大気海洋研究所、4.岡山大学大学院自然科学研究科)

Development of the global earth observation system using satellites

*Shinichi Sobue[1], Yoshiaki HONDA[3], Shuichi Rokugawa[2], Akira Iwasaki[2], Nobuhiro Takahashi[4], Yukari Takayabu[2], Riko Oki[1], Toshiyoshi Kimura[1], Teruyuki Nakajima[1], Takeo Tadono[1], Kosuke Yamamoto[1]

1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. University of Tokyo, 3. Chiba University, 4. Nagoya University

Global efforts to solve social and scientific issues related to the earth environment are ongoing globally and it is critical to develop and operate a global earth observation system. Especially, as also shown in “Yume road map”, the satellite-based observation system is indispensable tool from present to future. However, the Earth Observation Satellite, which simultaneously realizes the two functions of both scientific and practical observation, such as the GCOM series and the TRMM / GPM series, is marked as the "advancement of other remote sensing and sensor technologies" and there is no long-term plan beyond 2020 in the chart of the space basic program.

"Advanced Earth Science Research Working Group (WG)", one of the working groups of Task Force Remote Sensing Subcommittee (TF; 23 academic societies + 2 organizations), we created the "Earth Observation Grand Design" which shows the strategies for realizing the proposals of the Science Council of the scientific community and various institutions concerning Earth Observation after the successful endorsement at the TF general assembly. The purpose of this “Earth Observation Grand Design” is aimed at proposing Earth observation mission towards the space related ministries and agencies’ with brining consensus of new earth observation satellites missions from the academic societies and organizations in TF.

In the Earth Observation Grand Design published in 2018, the following five missions are proposing through a simple selection / review process as a mission to be realized in the short term, in addition to the mission described in the chart of space basic plan.

A) Mission on elucidating global climate change / water circulation mechanism

B) Mission for forest biomass estimation

C) Mission to reduce short life air pollution

D) Mission concerning elucidation of cloud and rainfall process

E) Mission concerning monitoring and elucidation of global environmental change (global radiation enforcement force and ecosystem change affecting global warming)

Based on the consent of the TF Executive Committee in late 2018, as a first step to evolve the above selection process with revision of Earth Observation Grand Design, we called for new satellite earth observation missions from a wider field and selected those missions, including ongoing satellites series missions such as high resolution optical and SAR mission, GHGs missions and geostationary observation missions, while ensuring fairness and transparency. We will make a primary selection of the proposal and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

will discuss further by JpGU 's special session coming. As a result, we will select additional missions as well as deepen consideration of promising proposals and establish a feedback process from experts toward realizing the mission.

By using those proposed missions, global climate change and water circulation mechanism will be studied to solve various social problems such as improvement of accuracy of global warming prediction, high accuracy of weather forecast, disaster, etc. These missions will also be expected to contribute to the achievement of Society 5.0 and UN / SDGs that compatibility of social tasks.

Keywords: Earth observation, Space basic plan, climate change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進
Promotion of Scientific Research on Climate and Earth System Sciences Using Aircrafts

*小池 真[1,2]
*Makoto Koike[1,2]

1. 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. 公益社団法人日本気象学会
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. The Meteorological Society of Japan

本研究の目的は、わが国初となる地球観測専用の航空機を導入することにより、大気、海洋、植生、雪氷、固体地球などのすべての地球科学分野を横断した、気候・地球システム科学研究を推進するものである。本研究は、地球観測への無人機利用などの工学分野との融合を目指した、理工の融合領域への提案である。

地球温暖化を含む地球環境の変動が急速に進行し、人間の経済社会活動や水・食糧供給など生活の基盤に大きな影響を与えつつある。しかし気候・環境のシステムとしての振る舞い（マクロ量の変動）の理解のためには、温室効果気体の濃度や雲・エアロゾルの粒径・化学組成といったミクロ量や素過程の理解が不可欠である。地球科学の諸分野は共通して、このスケールギャップ問題に直面しているといえる。人工衛星や地上観測では捉えることができない、100m以下のミクロ量を広域かつ高度分布まで含めて観測できるのは航空機観測だけである。すなわち航空機観測は、従来の観測の精度を上げるのではなく、全く新しい観測量を得る手段である。本研究は航空機観測により、ミクロ量・素過程の理解に基づいた気候・地球システムの振る舞いの理解を実現する、地球科学のパラダイムシフトを目指すものである。そして航空機観測を軸として、大気、海洋、陸上植生、雪氷、そして固体地球の諸分野を横断する統合地球科学の枠組みの確立を目指す。特に急激な環境変化が顕在化しつつも、航空機観測の空白域となっているアジアと北極に重点をおいた観測研究を展開する。最先端の観測機器を開発・使用した高頻度での観測により、地球環境の時空間変動の動態とその要因を解明していく。

日本にはこれまで地球観測専用の航空機が存在しないため、個々の研究においては民間航空機をレンタルした観測により成果を得つつも、アジアでは体系的な航空機観測が実施されてこなかった。しかしながらその観測技術は世界のトップレベルにある。この日本の強みを活かすために、本研究ではわが国初となる地球観測専用の航空機を導入し、航空機を幅広い分野の研究者が長期的な視点から利用できる、共同利用・共同研究拠点制度に基づく研究者主体の運用体制を確立する。長期的な運用（10年間）により地球科学の重要な課題に対して計画的に観測・研究を実施することで、革新的な成果をあげるとともに、戦略的な機器開発と人材育成を実現する。観測機としては、民間企業が保有するG-IVクラスのジェット機を専有利用の形でレンタルする。また地球科学には、さまざま航空機を利用したいというニーズがあるため、他のプロペラ機や水上機の利用も審査の上で支援する。さらに近年、急速な技術進歩を遂げている無人機の地球観測利用も、強力に推し進める。このために理工の融合研究を展開する。予算は10年間で155億円。最初の2年を立ち上げフェーズ、続く4年を個別分野の研究フェーズ、最後の4年を統合研究フェーズとして位置づけ、さらにそれ以降への研究へと発展させる。

実施体制としては、全国共同利用拠点として認定された名古屋大学の宇宙地球環境研究所に、この航空機観測計画の実施を念頭に設置された飛翔体観測推進センターが、共同利用の運用母体となる。航空機の保有と運用は民間企業に委託する。また飛行技術開発のために、JAXAがその知見を生かした支援を行う。本研究では、学術的に優れた観測研究を公平に支援するために、大気、海洋、陸上生態系、雪氷、地震・火山分野の全

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

国の研究者からなる航空機観測推進委員会を設置する。そして、これまで航空機を利用したことがない、全国のさまざまな分野の研究者を支援していく。

本計画は日本気象学会、日本大気化学会、日本航空宇宙学会の共同提案となる予定である。また日本地理学会や日本雪氷学会をはじめとする諸学会から、正式な連携を表明いただいている。さらに本計画の立案には国内だけで22の学協会の方が参加し、連合大会などで議論を重ね、224ページの研究計画書を策定している。

本研究は、気候・地球システムの理解という学術的な深化により、台風・集中豪雨の予測精度の向上や洪水・地震などの災害状況の把握などにより防災・減災という社会貢献を目指すものである。そしてこのような研究を通じて、国連のSDGｓやフューチャーアースなどにも貢献することを目指す。

キーワード：気候、地球システム、航空機観測、大気、海洋、生態系
Keywords: climate, Earth system, aircraft observations, atmosphere, ocean, ecosystem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深海アルゴフロートの全球展開による気候・生態系変動予測の高精度化
Global deployment of Deep Argo floats toward accurate prediction of future climate and ecosystem changes

*日比谷 紀之[1]
*Toshiyuki Hibiya[1]

1. 東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

近年の地球温暖化の進行に伴って、海洋中の貧酸素化、酸性化の問題が進行している。さらには、地球温暖化の影響が、すでに深層海洋にも現れているという可能性も否定できず、もし、それが事実だとすれば、長期的かつ不可逆的な地球環境変動／海洋環境変動に繋がっていく可能性もある。深層海洋循環が弱化すると４℃を超える温度変化がグローバルにもたらされるとともに、20%にも及ぶグローバルな海洋生物生産の減少がもたらされるという最近の数値シミュレーションの結果もある。長期にわたる不可逆的な地球環境変動／海洋環境変動に繋がる可能性が強いにもかかわらず、依然、未解明のまま残されている深層海洋の実態を把握することは、今後の地球環境変化予測そして海洋生態系の応答を予想する上で、必要不可欠な課題である。

今回、日本海洋学会が中心となり、水産・海洋科学研究連絡協議会関連学協会16学会、日本古生物学会と共同で提出する本研究計画は、上述した観点から、過去および将来の気候変動／地球環境変動を数値モデルで再現する上でボトルネックとなっている深海の実態解明を図る。具体的には、深層における循環を解明する上で最も不確定性の強い深海乱流強度の把握を目的に、現在、南大洋で10数台稼働している深海アルゴフロート（到達深度: 約4000メートル）“Deep NINJA” の温度・塩分センサーに加え、新たに乱流センサーを装着し、約1000台を世界展開することで、表層から底層に至るまでの温度／塩分、および、深海乱流の強度分布の観測を行う。さらに、これらの測定データを我が国が誇る超高速計算機の使用を前提とした大気海洋結合モデルに組み込むことで古気候の再現、気候変動の将来予測を画期的に高精度化していく。特に、古気候の下で再現された海洋環境変動に対する生物の応答に関しては、海底コア化石試料のデータなど、古生物学的なデータから情報を取得できるので、この情報を将来の気候変動予測／海洋環境予測の情報とあわせることで、食糧問題と密接に関係する将来の海洋生産／生物資源のアセスメントを従来とは比較にならない程の高精度で実行していく予定である。

キーワード：深海アルゴフロート、深海乱流、深層海洋循環、気候変動予測、生態系変動予測
Keywords: Deep Argo floats, Turbulence in the deep ocean, Deep ocean circulation, Prediction of future climate changes, Prediction of future ecosystem changes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

極域科学の新展開：氷床変動に起因する海水準上昇予測のための拠点観測
A new aspect of the polar science: integrated observations of the ice sheet mass loss for better prediction of the sea level rise

*中村 卓司[1]、杉山 慎[2]、阿部 彩子[3]、青木 輝夫[4]、野木 義史[1]、田村 岳史[1]
*Takuji Nakamura[1], Shin Sugiyama[2], Ayako Abe-Ouchi[3], Teruo Aoki[4], Yoshifumi Nogi[1], Takeshi Tamura[1]

1. 国立極地研究所、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 東京大学大気海洋研究所、4. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. National Institute of Polar Research, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido Univ., 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 4. The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

北極域は地球温暖化による平均気温の上昇が最も大きく、気候変動による影響が最も顕著に現れ、生態系や地域住民の生活に影響を及ぼしており、さらには世界全体の経済活動を変化させる可能性がある。一方、南極域では地球温暖化に対する巨大な氷床の応答も未だ不明な点が大きいなど、大規模な地球規模変動の可能性とその予測が大きな関心となっている。また、これらの両極の変化は独立でなく、海洋・大気循環を通じて連鎖していることから、両極をひとつのシステムとして捕らえることが必要となる。これらに留まらず、南極・北極は、様々な宇宙惑星科学、大気水圏科学、固体地球科学の最適な観測・調査フィールドとなっており、まさに地球惑星科学の窓となる重要な研究領域となっている。

とくに地球上の氷の約９％を占める北極グリーンランドの氷床は、北極域の急激な温暖化とともに氷床質量の減少が顕在化しており、海面上昇への影響が加速度的に増大している。一方、グリーンランド氷床より一桁質量の大きな南極氷床においても、西南極で質量減少が増大しており、氷床質量が大きい東南極までこの傾向が拡大すると海面上昇への寄与は絶望的に大きくなる。すなわち、南北両極で合計で海面を６０ｍ以上上昇させる総量を有する氷床の動向を的確に把握し、監視することは喫緊の課題となっている。

本提案では、氷床変動と海水準上昇にターゲットを絞り、南極大陸およびグリーンランドを対象として、新たな技術開発により移動観測拠点を展開し無人・遠隔技術を活用した観測を実施して、現場観測・試料分析・衛星観測・数値モデル等を統合することで、現在と過去の氷床・海洋の変動を明らかし、今世紀中にも急速に進むことが危惧される海水準上昇の予測を改善していくことを目指す。

キーワード：極域科学、北極、南極、海水準変動、氷床
Keywords: Polar Science, Arctic, Antarctic, Sea level rise, Ice sheet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:川幡 穂高、田近 英一

世界のトップサイエンスとして学術的価値の高い研究は, 科研費規模の研究費では収まりきれず，いわゆる大型研究（研究経費総額10〜100億円超）としての綿密な計画が必要となることが少なくない．このような大型研究計画の実現には，(1) コミュニティ内で厳しい「相互批判」を交わし，計画を練り上げること，及び (2) 最終的にはコミュニティ全体としての優先順位について合意形成すること，の2点が重要となる．3年毎に策定される学術会議の大型研究マスタープラン（MP）は，このようなプロセスを強く促し，重点研究に選定された計画は省庁の予算付けの参考にされることもある．
　現行のMP2017は2020年に大改訂が行われることを踏まえ，本セッションを提案する．地球惑星科学コミュニティにおいて現在どのような大型研究が計画されており，どれが優先順位の高い計画かについての合意形成が重要であるため，本セッションには公開ヒアリングの性格も持たせる．あわせて，他分野も含めた情勢や地球惑星科学をより戦略的に進めるための視点等も議論する．本セッションは，日本学術会議地球惑星科学委員会と日本地球惑星科学連合の共催である．

13:45 ~ 14:08

[U05-07] 革新的”質量分析技術”開発で拓く宇宙・地球・生命科学

★招待講演

*寺田 健太郎[1] (1.大阪大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

14:08 ~ 14:31

[U05-08] 宇宙・地球研究資料のアーカイブ化とキュレーションシステムの構築

★招待講演

*小宮 剛[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

14:31 ~ 14:54

[U05-09] リアルタイム観測・大深度掘削・高圧実験の統合による沈み込み帯4D描像

★招待講演

*木下 正高[1]、平田 直[1]、篠原 雅尚[1]、入舩 徹男[2]、鍵 裕之[7]、加藤 照之[3]、小野 重明[4]、道林 克禎[6]、阿部 なつ江[4]、稲垣 史生[4]、小村 健太朗[5]、小原 一成[1] (1.東京大学地震研究所、2.愛媛大学、3.温泉地学研究所、4.海洋研究開発機構、5.防災科学技術研究所、6.名古屋大学、7.東京大学地殻化学実験施設)

14:54 ~ 15:15

[U05-10] 地球惑星科学・諸科学・社会とのインテリジェントミュオグラフィ連携研究基盤構築

★招待講演

*田中 宏幸[1] (1.東京大学地震研究所)

革新的”質量分析技術”開発で拓く宇宙・地球・生命科学
New frontier of Earth, Space and Life Sciences pioneered by the innovative developments of new-generation mass spectrometry

*寺田 健太郎[1]
*Kentaro Terada[1]

1. 大阪大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

So far, various mass spectrometers, which can determine elemental abundance, isotopic composition and molecular weight of macromolecule have greatly contributed to understanding of the Earth, Space and Life sciences. Above all, high-precision isotopic measurements of natural samples using sensitive mass spectrometers provide us an important clue to decipher the origin and evolution of the Earth and/or Solar system. Whereas, it is also known that many unresolved scientific issues are still remained because of technical restrains of “general-purpose” commercially-available mass spectrometers. Therefore, the “science-oriented” development of mass spectrometer has been highly desired.

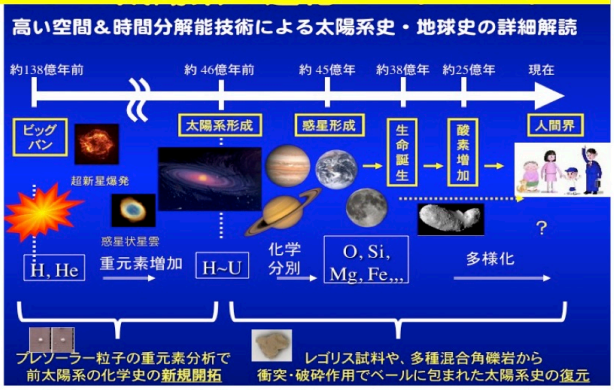
Here, Osaka University, Geochemical Society Japan, and Mass Spectrometry Society of Japan collectively propose the ideas of an innovative development of mass spectrometers that are specialized for the “Scientific issues”, which consists of two directions; (1) high-sensitive and high-spacial resolution and/or (2) reduction in size and weight with high-mass resolution. These innovative development conducted by Osaka University would pioneer a new horizon of the Earth and Planetary Science such a decipher of the pre-solar history, on-site real–time geo-cosmo-chemistry so on. These technical innovation of mass spectrometers designed for the cruel Earth and space Science would also promote the other science such as agriculture, material science and life science, so on.

キーワード：質量分析、同位体分析、革新的装置開発
Keywords: Mass spectrometer, Isotope measurement, innovative development

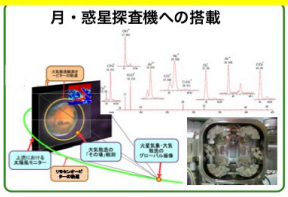
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

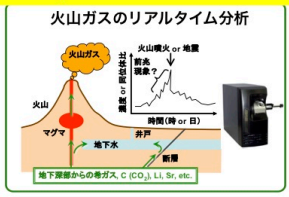
新しいサイエンスへの挑戦。他分野への波及効果

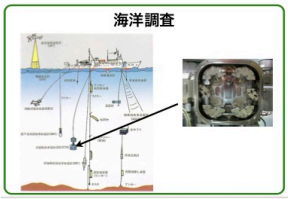
前太陽系史を含む、太陽系史の高精度解読
(高空間分解能、高感度磁場型CQHによる)

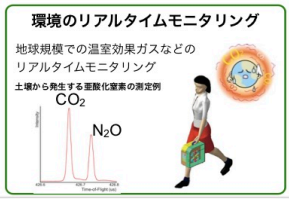


オンサイト・リアルタイム同位体分析
(小型飛行時間型MULTUMによる)

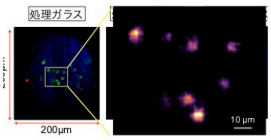








異分野への応用



有機材料などの高品質データ評価
（工学、材料科学への応用）



呼気、唾液、歯肉溝滲出液
などオンサイト診断
（医学、歯学への応用）



土壌のリアルタイムモニター
(農学への応用)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙・地球研究資料のアーカイブ化とキュレーションシステムの構築
Building of archive and curating system for astrogeoscience materials

*小宮 剛[1]
*Tsuyoshi Komiya[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻
1. Department of Earth Science & Astronomy Graduate School of Arts and Sciences The University of Tokyo

日本で近代科学が産声をあげて約150年、この間、日本の研究者は公的資金を用いて国内外から、非常に多くの地球試料や隕石、地質・地形情報など（宇宙・地球研究資料）を集めてきた。しかし、博物学が重要な位置付けを占める欧米と異なり、日本では研究のために資料を保管し、キュレーションするといった設備の整備が極めて立ち遅れている。そのため、学術的価値の高い試料や大きな発見につながった科学的遺産試料でさえ放置・紛失・廃棄されてきた。さらに、開発や紛争などによって試料採取が不可能になるケースや各国で岩石・生物・化石試料の採取や輸出が制限されるケースが年を追うごとに増加し、研究試料の確保の困難が浮き彫りになってきた。

しかし、カンブリア爆発を創出したバージェス頁岩や最近注目を集める希土類元素に富む深海泥の研究は、30～50年もの長い間、公的機関に保管された試料の研究から始まっている。さらに、現時点では不可能な古代ゲノム研究、岩石・化石試料の超微量分析、東日本地震を引き起こした断層岩の極微量・微小解析なども、急速に進歩する研究技術の進展を考えると、近い将来可能となることが期待されるが、その時には対象の試料を確保することがもはやできないといった問題に直面することが危惧される。

また最近、科学の社会的還元や信頼性の保証のため、論文やデータのオープンアクセス化やデータの元となった資料の保管の必要性がヨーロッパ諸国から強く唱えられ、今や中国さえもそのような国際的な取り組みに主体的に参加する大きな潮流が生まれている。しかし、日本では、このような世界的動向に主導的に参画するための基盤的設備が立ち遅れてしまっている。

我々は、現在、分散保管されている宇宙・地球研究資料を一つのプラットフォームでアーカイブし、公開・キュレーションすることと、それらを保管する施設を建設することを提案する。過去に採取した試料を保管することは一見、生産性が無く、浪費と見なされがちであるが、上述の深海泥を採取するには30以上の航海を必要とし、多大な費用がかかり、今や現実的でない。さらに、基本記載の済んだ資料は研究の進展を迅速にする。つまり、将来の研究のために資料を保管することは金銭的にも十分見合う投資となる。そこで、我々はそのような保管・頒布体系を早急に構築することで、100年後を見据えた科学の発展に寄与することを目指す。

実施主体：産総研・地質調査所。提案・支援機関：地質学会、国立極地研究所、国立科学博物館、海洋研究開発機構、神奈川県立博物館、各大学の地球惑星関連専攻、各自然史系博物館など。事業期間は１０年間で、その後は地質調査所の敷地内で保管する。費用は、施設費に100億円、アーカイブ化のため、各大学に人員を配置する人件費として200億円を見込む。

キーワード：宇宙・地球研究資料、アーカイブとキュレーション
Keywords: Astrogeoscience materials, Archive and curating system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

リアルタイム観測・大深度掘削・高圧実験の統合による沈み込み帯4D描像

Innovative 4D imaging of subduction-zones through real-time observatories, ultra-deep drilling and high-pressure experiments

*木下 正高[1]、平田 直[1]、篠原 雅尚[1]、入舩 徹男[2]、鍵 裕之[7]、加藤 照之[3]、小野 重明[4]、道林 克禎[6]、阿部 なつ江[4]、稲垣 史生[4]、小村 健太朗[5]、小原 一成[1]
*Masataka Kinoshita[1], Naoshi Hirata[1], Masanao Shinohara[1], Tetsuo Irifune[2], Hiroyuki Kagi[7], Teruyuki Kato[3], Shigeaki Ono[4], Katsuyoshi Michibayashi[6], Natsue Abe[4], Fumio Inagaki[4], Kentaro Omura[5], Kazushige Obara[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 愛媛大学、3. 温泉地学研究所、4. 海洋研究開発機構、5. 防災科学技術研究所、6. 名古屋大学、7. 東京大学地殻化学実験施設
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Ehime University, 3. Hot Springs Research Institute, 4. JAMSTEC, 5. NIED, 6. Nagoya Univ., 7. Geochemical Research Center, Univ. Tokyo

我々は，2014年に「学術の大型研究計画に関するマスタープラン」として提出した「海底・陸域での地震・地殻変動観測網整備」と「超深度掘削による地下圏孔内観測」を，2017年の小改訂により統合し，「海陸・掘削統合観測による革新的地震・噴火予測科学 ー沈み込み帯の時空間情報科学の挑戦ー」として提出した．2020年の改訂にあたっては，2017年の改訂提案に，新たに海洋ブイ測地観測研究，およびマントルまでの超高圧再現実験研究を加えて，沈み込み帯周辺の諸現象を時空間解読し、地震・噴火からマントル構造，そして地球の遠未来を予測する革新的情報科学を創立する。このため，日本列島～西太平洋の海域をカバーするケーブル・ブイ統合リアルタイム地震・地殻変動観測網（大気・電離層・海洋観測含む）を整備し，超深度掘削による試料採取と超高圧実験による地球内部の再現を行う。地球科学者の叡智を結集し，30年以内の発生確率が70-80%に及ぶ南海トラフ地震発生帯等の深部構造を含めた４D描像を行うとともに，その原動力である沈み込みの力学を理解する鍵となるマントル粘性率を，温度構造や揮発性成分からこれまでにない精度で評価する．さらにマントルへの水・エネルギー移動を捉え，地球・海洋の数億年後の将来までを予測することに挑戦する．

キーワード：Seafloor cable network、Ultra-deep drilling、High pressure experiments、GNSS buoy、Subduction zone、Mantle rheology
Keywords: Seafloor cable network, Ultra-deep drilling, High pressure experiments, GNSS buoy, Subduction zone, Mantle rheology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球惑星科学・諸科学・社会とのインテリジェントミュオグラフィ連携研究基盤構築

Construction of the Cooperative Research Infrastructure for Intelligent Muography in Earth and Planetary Sciences, Other Sciences, and Society

*田中 宏幸[1]
*Hiroyuki Tanaka[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

宇宙に由来する素粒子を用いた巨大物体内部の透視イメージング技術（ミュオグラフィ）を我が国が世界に先駆けて実証したことで、この技術に対する社会的関心が世界的に急激に高まり、国外では続々と社会実装が進んでいる。2019年現在、少なくとも英・米・仏・加・西・フィンランド・イスラエルにて７社のベンチャー企業が立ち上がり、炭素貯留、水資源確保、資源探査、地すべり調査、閉鎖生体系調査など地球惑星諸分野にかかわる様々な事業を展開している。一方、我が国ではミュオグラフィと社会との連携基盤構築が遅れているためにイノベーション創出において大きな後れを取っており、今のところベンチャー企業はゼロ社である。しかし、我が国は現在でも技術的に世界をリードする立場を堅持している。この国際的優位性を素地として、人工知能（AI）を実装したインテリジェントミュオグラフィ研究基盤構築を行い、我が国における関係諸分野の連携と社会実装を加速する。具体的には①地表技術、②孔井内技術、③宇宙技術各々において最も高い技術を要する火山、海底下、火星に実用可能なリサーチインフラを整備し、世界を先導する最先端技術学理を創出する。海底、地表、宇宙をシームレスにつなぐこの３種の技術は組み合わせる事であらゆるケースに対応可能であることから、波及力が強く、構築された技術学理を各分野の第一線研究者にいち早く提供することで、ミュオグラフィ分野における我が国の国際的優位性の堅持及び、関連する社会的課題の解決につなげる。また、人工知能（AI）の搭載により、限られた宇宙資源を用いるミュオグラフィの欠点を補完して、ミュオグラフィに新たな価値を付加することで実用化を加速する。全国共同利用共同研究機能、諸大学のTechnology Licensing Organization（TLO）機能及びインキュベーション機能を活用することにより、連携基盤についても整備を行い、知の地平性を広げる。ミュオグラフィだけができる挑戦的アプローチによって解決を提示し、新産業育成を加速することで、既に遅れをとっている我が国に再び世界的優位性を築き上げる。

キーワード：muography
Keywords: muography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 101 1F

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)、座長:田近 英一、春山 成子

世界のトップサイエンスとして学術的価値の高い研究は, 科研費規模の研究費では収まりきれず，いわゆる大型研究（研究経費総額10〜100億円超）としての綿密な計画が必要となることが少なくない．このような大型研究計画の実現には，(1) コミュニティ内で厳しい「相互批判」を交わし，計画を練り上げること，及び (2) 最終的にはコミュニティ全体としての優先順位について合意形成すること，の2点が重要となる．3年毎に策定される学術会議の大型研究マスタープラン（MP）は，このようなプロセスを強く促し，重点研究に選定された計画は省庁の予算付けの参考にされることもある．
　現行のMP2017は2020年に大改訂が行われることを踏まえ，本セッションを提案する．地球惑星科学コミュニティにおいて現在どのような大型研究が計画されており，どれが優先順位の高い計画かについての合意形成が重要であるため，本セッションには公開ヒアリングの性格も持たせる．あわせて，他分野も含めた情勢や地球惑星科学をより戦略的に進めるための視点等も議論する．本セッションは，日本学術会議地球惑星科学委員会と日本地球惑星科学連合の共催である．

15:30 ~ 15:53

[U05-11] 惑星探査コンソーシアム

★招待講演

*林 祥介[1]、渡部 重十[2,5]、中本 泰史[3,4] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）、2.地球電磁気・地球惑星圏学会、3.日本惑星科学会、4.東京工業大学 理学院 地球惑星科学系、5.北海道情報大学)

15:53 ~ 16:16

[U05-12] 彗星アストロバイオロジー探査サンプルリターン（CAESAR）における日本からの貢献

★招待講演

*中村 智樹[1]、山田 和彦[2]、古川 善博[1]、木村 勇気[3]、瀧川 晶[4]、臼井 寛裕[2]、國中 均[2]、 CAESAR SRC Team (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.宇宙科学研究所、3.北海道大学、4.京都大学)

16:16 ~ 16:38

[U05-13] 戦略的火星探査：周回・探査技術実証機による火星宇宙天気・気候・水環境探査計画

★招待講演

*関 華奈子[1]、渡部 重十[2]、中本 泰史[3]、寺田 直樹[4]、山崎 敦[5]、松岡 彩子[5]、臼井 寛裕[5]、関根 康人[3]、藤田 和央[5]、横田 勝一郎[6]、笠原 慧[1]、斎藤 義文[5]、中川 広務[4]、熊本 篤志[4]、前澤 裕之[7]、火星宇宙天気・気候・水環境探査計画 検討チーム (1.東京大学大学院理学系研究科、2.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻、3.東京工業大学、4.東北大学大学院理学研究科、5.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、6.大阪大学大学院理学研究科、7.大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学科)

16:38 ~ 16:53

Discussion

惑星探査コンソーシアム
Consortium for Planetary Exploration

*林 祥介[1]、渡部 重十[2,5]、中本 泰史[3,4]
*Yoshi-Yuki Hayashi[1], Shigeto Watanabe[2,5], Taishi Nakamoto[3,4]

1. 神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）、2. 地球電磁気・地球惑星圏学会、3. 日本惑星科学会、4. 東京工業大学 理学院 地球惑星科学系、5. 北海道情報大学
1. Department of Planetology/CPS, Graduate School of Science, Kobe University, 2. SGEPSS, 3. The Japanese Society for Planetary Sciences, 4. Dept. of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 5. Hokkaido Information University

本格的な太陽系探査に参入した我が国は、探査実施機関である宇宙航空研究開発機構(JAXA)に対し、探査計画の科学面と探査機器の開発においてこれを支え、あるいは、リードしていくことが太陽系科学コミュニティーに求められている。

ミッションプランの立案においては、太陽系科学を俯瞰しその展望に裏打ちされた魅力的な科学的課題を抽出し、実現可能な形に練り上げていく必要がある。しかるに、太陽系科学が覆う分野は広大であり、用いられる手法は多岐にわたるため、これには太陽系科学のみならず宇宙工学を含んだ様々な分野の専門家と知見の集積による密な議論を必要とする。個々のミッションプランは、太陽系科学上の位置づけや宇宙工学の技術的展開あるいは予算的制約に応じた恒常的な改良改定が必要であり、また実施環境の変化に即応するべくミッションの融合分離なども含んだプランの多重化もしておく必要がある。太陽系科学ならびに宇宙科学コミュニティ全体での議論により選択されたミッションプラン群の実現にむけての時系列をまとめたものが工程表であるが、これもまた上記に応じて不断の改定を必要とする。さらに、近年新しく始動した「国際宇宙探査」における科学ミッションを、太陽系科学として意義がありコミュニティが責任持ってこれを担っていくためには、以上のような太陽系科学におけるミッションプランの立案と実現に向けての議論試行のサイクルを大幅に短縮しかつ量的に拡充し、「国際宇宙探査」計画の進展に対して臨機応変に対応し、そこから最大限の科学を抽出する体制を確立しておかなければならない。残念ながら現状の太陽系科学コミュニティにおいては、この一連の流れに責任をもって恒常的に動かす研究者やこれを支える技術者が圧倒的に不足していると言わなければならない。

太陽系科学コミュニティでは、このような情勢に対し、根本的な対応、すなわち若手人材の育成から着手することを提案するべく「惑星探査コンソーシアム」の設立を提案する。「宇宙科学探査」の多様化の推進やトップダウン型の「国際宇宙探査」における太陽系科学の有意義な実現のためには、複数大学を研究開発のために拠点化し、太陽系科学の知識の上に、多様な分野の多様なミッション機器の開発やデータ処理・シミュレーションを通じての次世代のミッションを提案していくことのできる基礎研究とこれに従事する人材の涵養が必須であると言える。ここでは、探査計画・ロードマップの立案・調整機能、機器開発戦略・体制の検討・人材育成を主導するコンソーシアムについて概説する。

キーワード：惑星探査、研究開発基盤、人材育成活動
Keywords: planetary exploration, infrastructure for research and dvelopment , cultivating human resources

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

彗星アストロバイオロジー探査サンプルリターン（CAESAR）における日本からの貢献
Japanese contribution to CAESAR: comet astrobiology exploration sample return

*中村 智樹[1]、山田 和彦[2]、古川 善博[1]、木村 勇気[3]、瀧川 晶[4]、臼井 寛裕[2]、國中 均[2]、 CAESAR SRC Team
*Tomoki Nakamura[1], Kazuhiko Yamada[2], Yoshihiro Furukawa[1], Yuki Kimura[3], Aki Takigawa[4], Tomohiro Usui[2], Hitoshi Kuninaka[2], Team CAESAR SRC team

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 宇宙科学研究所、3. 北海道大学、4. 京都大学
1. Tohoku University, 2. ISAS/JAXA, 3. Hokkaido University, 4. Kyoto University

小天体からのサンプルリターンにより、太陽系形成、特に、そこでの生命惑星の形成に至る道筋を理解しようとする日本の惑星科学者にとって、彗星はある意味で究極の対象である。しかし、彗星からのサンプルリターンは日本による主導が可能な規模を超えてしまい、海外計画への参加が現実的な選択肢である。そこに、これまでの実績を評価され、米国主導の大規模計画提案チームから、鍵となる技術と知見を提供しての参加要請があった。本提案は、この計画が選定されるための貢献を継続し、選定後は日本チームに任された役割を確実に果たし、かつ、将来の日本惑星コミュニティに大きな科学成果創出の機会をもたらすことを述べたものである。

彗星は太陽系を形成した材料物質が低温で保存されている天体であり、その物質には太陽系の起源の謎を解き明かす多くの手がかりや、地球生命の材料の起源に迫る多くの情報が記録されている。CAESARは彗星核表面からサンプルを採取し、それを変質させずに地球に持ち帰る世界初の計画である。日本の惑星科学コミュニティーでは、一連の太陽系の小天体、衛星、惑星探査を行うことにより、究極的には「私たち生命はなぜ地球に生まれたのか、私たちは宇宙に本当に孤独な存在であるのか」を探求するべく一丸となって計画を進めている。CAESARミッションは統一目標である「生命生存可能環境の形成と持続」を明らかにするために最重要な証拠となる太陽系形成最初期の「惑星材料・揮発性物質の分布・供給」「生命前駆物質の形成・進化」を明らかにする計画に位置付けられている。この計画はNASA New Frontiers 4計画に提案され、12件のミッション候補の中から最終候補として選ばれた2つの提案のうちの1つである。米国を中心とする国際チームからの要請で、JAXAが“はやぶさ”での成功経験を活かしたサンプルリターンカプセルを製作・提供するメジャーパートナーになっている。科学面でも計画の立案から深く関わっており、複数のサンプル分析の担当にもなっている。CAESARのサンプルリターンはこれまでのサンプルリターンの歴史の中で最も遠方から、最も大量に最も低温でサンプルリターンを行うものであり、非常に革新的で、格段の科学的意義だけではなく格段の工学的な意義をもつ計画である。

太陽系の初期進化の歴史は、星間物質から原始太陽系物質に段階的に進化するところから始まる。はやぶさが持ち帰った試料やはやぶさ２が持ち帰る試料は、主に原始太陽系円盤の内側から中間領域で形成された、円盤内部での星間物質の物質進化の情報を記録した物質である。一方で、CAESAR が持ち帰る彗星物質は、原始太陽系物質の原材料である星間物質からほとんど変化を受けていない物質であると考えられる。CAESARでは彗星の揮発性成分と不揮発性成分の両方を回収する。したがって、CAESARの試料は人類がそれまで一度も手にしていない最も始原的な水、有機物、岩石からなる太陽系の起源物質である。CAESARによって得ることができる科学的情報は、これまでの日本の小天体サンプルリターンと相補的なものであり、この成功によって人類は太陽系の内側から外側までの材料物質を手に入れることになる。得られる成果は国民的関心の高い生命の起源に関する宇宙の関わりと太陽系の起源を明らかにすることに大きく貢献すると期待できる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現在は宇宙科学研究所内のプリプロジェクトとして、PhaseA活動を実施している。PhaseA活動として、サンプルリターンカプセルの概念設計、及び、NASAへの最終プロポーザルの作成と、並行してPrePhaseA活動で抽出されたクリティカルコンポーネントについての試作と評価による開発リスクの低減を行っている。また、サイエンス側では、NASAでの第一次審査で指摘がなされた事案について実験により検証を行っている。なお、NASA NEW FRONTIESRS 4計画は、2019年夏にNASAでの最終的な採否が決定する予定である。CAESARで獲得した試料は初期分析ののちに、日本の科学コニュニティを含む研究者らに分配・共同利用され、詳細な分析が行われる。これによって、国内および世界的な地球惑星科学・天文学・宇宙生命科学における大きな発展に貢献することが期待される。

キーワード：彗星サンプルリターン
Keywords: Comet sample return

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

戦略的火星探査：周回・探査技術実証機による火星宇宙天気・気候・水環境探査計画

Strategic Mars exploration: Orbiter and EDL demonstration mission for space weather, climate, and aquatic environment

*関 華奈子[1]、渡部 重十[2]、中本 泰史[3]、寺田 直樹[4]、山崎 敦[5]、松岡 彩子[5]、臼井 寛裕[5]、関根 康人[3]、藤田 和央[5]、横田 勝一郎[6]、笠原 慧[1]、斎藤 義文[5]、中川 広務[4]、熊本 篤志[4]、前澤 裕之[7]、火星宇宙天気・気候・水環境探査計画 検討チーム
*Kanako Seki[1], Shigeto Watanabe[2], Taishi Nakamoto[3], Naoki Terada[4], Atsushi Yamazaki[5], Ayako Matsuoka[5], Tomohiro Usui[5], Yasuhito Sekine[3], Kazuhisa Fujita[5], Shoichiro Yokota[6], Satoshi Kasahara[1], Yoshifumi Saito[5], Hiromu Nakagawa[4], Atsushi Kumamoto[4], Hiroyuki Maezawa[7], Mars Orbiter and EDL Technology Demonstration Mission Planning Team

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻、3. 東京工業大学、4. 東北大学大学院理学研究科、5. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、6. 大阪大学大学院理学研究科、7. 大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学科
1. Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. Department of Cosmosciences, Hokkaido University, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. Graduate School of Science, Tohoku University, 5. ISAS, JAXA, 6. Graduate School of Science, Osaka University, 7. Department of Physical Science, Osaka Prefecture University

本計画の前身は、地球電磁気・地球惑星圏学会から提案し、マスタープラン2017に計画番号79学術領域番号24-2として掲載された「火星における宇宙天気・宇宙気候探査計画」である。前回の提案後、日本惑星科学会他、関連分野との分野横断的な議論を経て計画を発展させてきた結果、今回、地球電磁気・地球惑星圏学会と日本惑星科学会の両学会会長の連名で大型研究計画として提案させていただくものである。

今後20年程度の太陽系探査において、太陽系における生命生存可能環境の形成と進化の探求が重要な科学目標となっている。その中で火星は、表層に安定に水が存在するハビタブルな環境を保持していた地球外太陽系天体として、比較惑星学および宇宙生命学的研究を行う上で理想的な天体といえる。2030 年代には国際協働による火星サンプルリターンが計画されており、そこで日本が主導的な役割を果たすためにも、太陽の影響を受ける大気と浅部地下環境の共進化過程に着目した我が国独自の火星探査の実施が喫緊の要請である。本計画は、国際協働宇宙探査に向けた我が国の戦略的火星探査の重要な一歩として、周回・探査技術実証機を組み合わせ、火星における水の分布・貯蔵に着目して、太陽変動が火星表層環境に及ぼす影響の解明、および将来の着陸探査に向けた詳細観測と技術実証を目的とした火星宇宙天気・気候・水環境探査計画である。特に、極端な太陽変動への瞬時応答を調べることで、過去40億年にわたり宇宙への大気散逸が火星の気候変動にどのような影響を及ぼしてきたのかを理解するとともに、火星をとりまく宇宙環境の把握と、将来の着陸探査に必要な技術獲得と表層・浅部地下水環境の調査を行う。

約40 億年前の火星は海を持ち湿潤な気候であったと推定される一方で、現在の火星は寒冷乾燥気候の惑星である。このような気候変動を引き起こすには、表層を覆っていた海水と1気圧分程度のCO_2大気が地下に貯蔵もしくは宇宙空間に流出して表層環境から取り除かれる必要がある。火星宇宙気候研究の重要課題として、水とCO_2大気を宇宙空間に逃がすことができる物理機構の解明が挙げられる。現在の火星はグローバルな固有磁場を持たず、太陽風と大気が直接相互作用し、これまでに、NASA の火星探査機MAVEN 等によって火星大気散逸現象を含む火星圏環境について多くの基本的描像が得られつつある。特に、惑星間コロナ質量放出（ICME）時の大気散逸率の増加や太陽高エネルギー粒子（SEP）によって引き起こされるオーロラ、残留磁化による誘導磁気圏の非対称、水素散逸率の短期変動などの、最近のMAVEN による発見は、火星周辺の宇宙環境や大気散逸率に太陽変動・固有磁場・下層大気や表層からの水輸送が大きな影響を与えうることを示した。また、将来の火星有人探査にとっても、火星周辺の宇宙放射線環境把握は重要であり、その太陽変動との関係を理解することは、火星宇宙天気研究の重要な課題となっている。すなわち、本計画で提案している、新

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

しく発見された火星オーロラによる高エネルギー粒子環境の可視化と、ICMEなどの極端な太陽変動への大気散逸現象の応答の観測は、従来の統計的描像から脱却し、過去の太陽で頻発した極端現象への瞬時応答の理解をもたらす過去への演繹の切り札として、火星宇宙天気・気候研究にブレークスルーをもたらすと期待されている。

また、現在の水循環を理解するのみならず、生命探査や有人探査を行う上でも、液体の水が現在の火星に存在するかを明らかにすることは優先度の高い課題である。現在の火星において、斜面上に現れる暗い筋模様（RSL）が発見されたことにより、その成因が流水なのか、水とは関係ない重力流なのか、その成因の解明が上記課題の解決に直結する重要事項となっている。RSLの成因を明らかにする鍵の一つは、本計画で提案している高空間解像度での地表画像と表面スペクトルの取得、および形成地点付近での温度・湿度の計測である。また、RSLの成因が流水である場合、地表浅部における帯水層・氷層の存在が期待される。RSLは火星の中・低緯度に分布しており、周回機によるレーダーサウンディングや高空間解像度撮像・分光観測を組み合わせることによって、広域的な地下帯水層・氷層の空間分布を明らかにするとともに、将来の着陸探査の候補地点選定にも貢献できる。

このように本計画は、近年の先行火星探査における新発見も踏まえ、ハビタブル惑星の理解に向けて、周回・探査技術実証機により火星における宇宙天気・気候・水環境を探ることと，火星総合探査に向けた技術実証を目指している。具体的には、3つの達成目標を掲げ、その実現に向けて11の観測項目を設定している。本講演では、学術会議の評価の観点に従い、学術的意義を中心に計画の詳細について報告する予定である。

キーワード：火星、探査、マスタープラン、宇宙天気、宇宙気候、水
Keywords: Mars, Exploration, Master Plan, space weather, space climate, Water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[U-05] 地球惑星科学の進むべき道９：大型研究計画とマスタープラン2020

コンビーナ:田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、春山 成子(三重大学大学院生物資源学研究科共生環境学専攻)、藤井 良一(情報?システム研究機構)、川幡 穂高(東京大学　大気海洋研究所)

世界のトップサイエンスとして学術的価値の高い研究は, 科研費規模の研究費では収まりきれず，いわゆる大型研究（研究経費総額10〜100億円超）としての綿密な計画が必要となることが少なくない．このような大型研究計画の実現には，(1) コミュニティ内で厳しい「相互批判」を交わし，計画を練り上げること，及び (2) 最終的にはコミュニティ全体としての優先順位について合意形成すること，の2点が重要となる．3年毎に策定される学術会議の大型研究マスタープラン（MP）は，このようなプロセスを強く促し，重点研究に選定された計画は省庁の予算付けの参考にされることもある．　現行のMP2017は2020年に大改訂が行われることを踏まえ，本セッションを提案する．地球惑星科学コミュニティにおいて現在どのような大型研究が計画されており，どれが優先順位の高い計画かについての合意形成が重要であるため，本セッションには公開ヒアリングの性格も持たせる．あわせて，他分野も含めた情勢や地球惑星科学をより戦略的に進めるための視点等も議論する．本セッションは，日本学術会議地球惑星科学委員会と日本地球惑星科学連合の共催である．

[U05-P01] 日本惑星科学会による，惑星探査ロードマップ

倉本 圭[1]、玄田 英典[2]、*寺田 直樹[3]、千秋 博紀[4]、中本 泰史[5]、日本惑星科学会 惑星探査専門委員会、日本惑星科学会 RFI回答文書改訂作業部会 (1.北海道大学大学院理学院、2.東京工業大学 地球生命研究所、3.東北大学大学院理学研究科、4.千葉工業大学惑星探査研究センター、5.東京工業大学)

日本惑星科学会による，惑星探査ロードマップ
Planetary Exploration Roadmap from Japanese Society for Planetary Sciences

倉本 圭[1]、玄田 英典[2]、*寺田 直樹[3]、千秋 博紀[4]、中本 泰史[5]、日本惑星科学会 惑星探査専門委員会、日本惑星科学会 RFI回答文書改訂作業部会
Kiyoshi Kuramoto[1], Hidenori Genda[2], *Naoki Terada[3], Hiroki Senshu[4], Taishi Nakamoto[5], Planetary Exploration Committee JSPS, Working term for revision of reply document for RFI JSPS

1. 北海道大学大学院理学院、2. 東京工業大学 地球生命研究所、3. 東北大学大学院理学研究科、4. 千葉工業大学惑星探査研究センター、5. 東京工業大学
1. Graduate School of Sciences, Hokkaido University, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 3. Graduate School of Science, Tohoku University, 4. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 5. Tokyo Institute of Technology

日本惑星科学会は2015年2月に提出、2018年1月に改訂したRFI回答文書の再改訂作業を行ってきた。ここでRFI回答文書とは、2014年11月に宇宙科学研究所より発出された「研究領域の目標・戦略・工程表提出のお願い」(RFI)への回答として、日本惑星科学会長およびその諮問委員会から提出した「惑星科学/太陽系科学 研究領域の目標・戦略・工程表」のことである。

この文書改訂は自薦・他薦の会員の参加によって行われ、その後会員からの意見公募を経て、日本惑星科学会のウエブサイトで公開される。この文書には惑星探査を取り巻く現状、現在または近い将来に実現を目指すミッション、開発中の装置、惑星科学会が考える惑星探査のロードマップが含まれている。本発表ではこのうち、惑星探査のロードマップを紹介・解説する。

キーワード：惑星探査、ロードマップ、日本惑星科学会
Keywords: Planetary Exploration, Roadmap, Japanese Society for Planetary Sciences

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS01] Outer Solar System Exploration Today, and Tomorrow

コンビーナ:木村 淳(大阪大学)、笠羽 康正(東北大学 惑星プラズマ・大気研究センター)、Kunio M. Sayanagi(Hampton University)、座長:笠羽 康正、吉岡 和夫(東京大学)

The giant planets provide many keys to understanding planetary processes. They play an important role in shaping our solar system, and the physical and chemical processes they harbor also provide a unique opportunity to study the phenomena relevant for studying Earth and other planets, including exoplanetary systems. In this session, we discuss a wide range of topics encompassing the giant planets and their moons, including their origins, interiors, atmospheres, compositions, surface features, and electromagnetic fields. To advocate for current and future outer planets exploration (Cassini, Juno, New Horizons, JUICE, and beyond), we also call for discussions on future missions to explore giant planet systems, including how to develop better international cooperation. Discussion in this latter category will include progress in developing a solar sail mission concept for observing the Jupiter system and its trojan asteroids.

15:30 ~ 15:45

[PPS01-01] Circulation of plasma in the Jupiter's inner magnetosphere revealed from time variation in radial profile of plasma temperature and density obtained by Hisaki/EXCEED observation

*疋田 伶奈[1]、吉岡 和夫[2]、土屋 史紀[3]、鍵谷 将人[3]、村上 豪[4]、木村 智樹[5]、山崎 敦[4]、吉川 一朗[2] (1.東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.東京大学大学院　新領域創成科学研究科　複雑理工学専攻、3.東北大学大学院　理学研究科　惑星プラズマ・大気研究センター、4.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、5.東北大学　学際科学フロンティア研究所)

15:45 ~ 16:00

[PPS01-02] Volcanic change of the distribution of Io’s neutral oxygen cloud observed by Hisaki

*古賀 亮一[1]、土屋 史紀[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]、木村 智樹[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、村上 豪[3]、山崎 敦[3]、Howard Smith[4]、Fran Bagenal[5] (1.東北大学、2.東京大学、3.宇宙科学研究所、4.Johns Hopkins University、5.University of Colorado)

16:00 ~ 16:18

[PPS01-03] New pictures of Jovian magnetosphere obtained from the Hisaki satellite observation

★Invited Papers

*土屋 史紀[1]、吉岡 和夫[2]、木村 智樹[1]、垰 千尋[3]、吉川 一朗[2]、村上 豪[4]、北 元[4]、古賀 亮一[1]、疋田 伶奈[2]、鈴木 文晴[2]、韓 秀萬[2]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]、三澤 浩昭[1]、笠羽 康正[1]、山崎 敦[4] (1.東北大学、2.東京大学、3.情報通信研究機構、4.JAXA宇宙科学研究所)

16:18 ~ 16:33

[PPS01-04] Axisymmetric conductivities of Jupiter's middle- and low-latitude ionosphere

*中村 勇貴[1]、寺田 綱一郎、垰 千尋[2]、寺田 直樹[1]、笠羽 康正[3]、北 元[4]、中溝 葵[2]、吉川 顕正[5]、大谷 晋一[6]、土屋 史紀[3]、鍵谷 将人[3]、坂野井 健[3]、村上 豪[4]、吉岡 和夫[7]、木村 智樹[1]、山崎 敦[4]、吉川 一朗[8] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、2.情報通信研究機構、3.東北大学惑星プラズマ・大気研究センター、4.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、5.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、6.ジョンズホプキンス大学応用物理研究所、7.東京大学大学院新領域創成科学研究科、8.東京大学)

16:33 ~ 16:51

[PPS01-05] The magnetospheres of Saturn and Jupiter as viewed by Cassini and Juno

★Invited Papers

*G Provan[1]、Stanley W. H. Cowley[1]、Emma Jane Bunce[1] (1.University of Leicester)

16:51 ~ 17:00

Discussion

Circulation of plasma in the Jupiter's inner magnetosphere revealed from time variation in radial profile of plasma temperature and density obtained by Hisaki/EXCEED observation

*疋田 伶奈[1]、吉岡 和夫[2]、土屋 史紀[3]、鍵谷 将人[3]、村上 豪[4]、木村 智樹[5]、山崎 敦[4]、吉川 一朗[2]
*Reina Hikida[1], Kazuo Yoshioka[2], Fuminori Tsuchiya[3], Masato Kagitani[3], Go Murakami[4], Tomoki Kimura[5], Atsushi Yamazaki[4], Ichiro Yoshikawa[2]

1. 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. 東京大学大学院　新領域創成科学研究科　複雑理工学専攻、3. 東北大学大学院　理学研究科　惑星プラズマ・大気研究センター、4. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、5. 東北大学学際科学フロンティア研究所
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, the University of Tokyo, 2. Department of Complexity Science and Engineering, Graduate School of Frontier Science, the University of Tokyo, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 4. Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) , 5. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University

The satellite Io, which has many volcanoes and is located at 5.9 R_J from the center of Jupiter, is a powerful plasma source in the magnetosphere. The resulting specificity of the Jupiter's magnetosphere is the magnitude of energy that circulates internally. Previous researches, using data obtained by Voyager and Cassini spacecraft and chemical models complementarily, showed that the pickup energy of heavy ions originating from volcanoes on Io and the energy of hot electrons are converted into radiation reaching ~3 TW. However, the origins of hot electrons, that is, heating and/or transport mechanisms are still unrevealed. Therefore, in this research, we focus on the response to the change in the amount of plasma supplied to the magnetosphere and explore the above problem. In this study, the radial distributions of plasma density and temperature were derived from the intensities of emission lines in the extreme ultraviolet range obtained by Hisaki satellite. In this presentation, we will show the results using data obtained from December 2014 to May 2015. The activation of volcanoes on Io in early January 2015 was confirmed by ground-based infrared observations.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Volcanic change of the distribution of Io’s neutral oxygen cloud observed by Hisaki

*古賀 亮一[1]、土屋 史紀[1]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]、木村 智樹[1]、吉川 一朗[2]、吉岡 和夫[2]、村上 豪[3]、山崎 敦[3]、Howard Smith[4]、Fran Bagenal[5]
*Ryoichi Koga[1], Fuminori Tsuchiya[1], Masato Kagitani[1], Takeshi Sakanoi[1], Tomoki Kimura[1], Ichiro Yoshikawa[2], Kazuo Yoshioka[2], Go Murakami[3], Atsushi Yamazaki[3], Howard Todd Smith[4], Fran Bagenal[5]

1. 東北大学、2. 東京大学、3. 宇宙科学研究所、4. Johns Hopkins University、5. University of Colorado
1. Tohoku University, 2. The University of Tokyo, 3. ISAS/JAXA, 4. Johns Hopkins University, 5. University of Colorado

Io has a thin atmosphere created by volcanism and sublimation from the surface frost. Io’s atmospheric oxygen atoms are heated by atmospheric sputtering, and escape from Io’s gravity, forming a neutral oxygen cloud around Io’s orbit. The neutral cloud is important as a source of the Io plasma torus. Previous studies derived the distribution and density of the equilibrium neutral oxygen cloud, and showed changes in Io’s volcanism can lead to increase densities of both neutral clouds and Io plasma torus. Koga et al (2018) showed the distribution of Io’s neutral oxygen cloud from Hisaki observation data during a volcanically quiet period (November and December in 2014). The equilibrium neutral oxygen cloud consists of a dense region distributed around Io (the “banana cloud”) and a longitudinally uniform, diffuse region distributed along Io’s orbit. However, the evolution of the distribution of neutral clouds was not understood. In this study, we analyzed the Hisaki satellite observations of the spatial distribution of OI 130.4 nm emissions around Io’s orbit during a volcanic event in 2015.
The radial distribution shows the oxygen cloud spread outward during the volcanically active period. The outer edge of the OI emission was 7 R_J (Jupiter radii) before the volcanic activity, but it spread to around 8-8.6 R_J during the volcanically active period. We also estimated the oxygen number density outward Io's orbit represented as $n(r)=n_0(r/r_0)^{\gamma}$, where r is radial distnace from Jupiter, r_0 is 5.9 R_J (orbit of Io), n_0 is a number density at 5.9 R_J, γ is a power law slope of the profile. The number density at Io’s orbit (where north-south thickness is 1.2 R_J) increased to 88±9 cm^{-3} during the active period that is more than twice as large as the number density during the quiet period (40 cm^{-3}). The power law slope outward Io’s orbit during the active period (γ=-5.5±1.3) is similar to that during the quiet period (γ=-5.3). The azimuthal distribution shows the neutral oxygen cloud during the active period also consists of the banana cloud and diffuse region distributed along Io’s orbit, but both of the regions enlarge. The observation results show the main escape process of neutrals from Io’s graivity remains atmospheric sputtering, but the escape rate of them significantly increased during a volcanically active period. One of the possible mechanisms to increase the escape rate is that the sublimation frost area increases and the density of sublimation driven atmosphere also increases. Another mechanism is that plumes increase the height of the exobase, and the area of atmospheric sputtering increases.

キーワード：木星衛星イオ、中性酸素、紫外線観測
Keywords: Jupiter moon Io, Neutral oxygen, Ultraviolet observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New pictures of Jovian magnetosphere obtained from the Hisaki satellite observation

*土屋 史紀[1]、吉岡 和夫[2]、木村 智樹[1]、垰 千尋[3]、吉川 一朗[2]、村上 豪[4]、北 元[4]、古賀 亮一[1]、疋田 伶奈[2]、鈴木 文晴[2]、韓 秀萬[2]、鍵谷 将人[1]、坂野井 健[1]、三澤 浩昭[1]、笠羽 康正[1]、山崎 敦[4]
*Fuminori Tsuchiya[1], Kazuo Yoshioka[2], Tomoki Kimura[1], Chihiro Tao[3], Ichiro Yoshikawa[2], Go Murakami[4], Hajime Kita[4], Ryoichi Koga[1], Hikida Reina[2], Fumiharu Suzuki[2], Sooman Han[2], Masato Kagitani[1], Takeshi Sakanoi[1], Hiroaki Misawa[1], Yasumasa Kasaba[1], Atsushi Yamazaki[4]

1. 東北大学、2. 東京大学、3. 情報通信研究機構、4. JAXA宇宙科学研究所
1. Tohoku University, 2. The University of Tokyo, 3. NICT, 4. ISAS/JAXA

In 2013, we got an opportunity to have an extreme ultra-violet (EUV) space telescope orbiting around the Earth, the Hisaki satellite. The strong EUV emissions come from both magnetospheric plasma and aurora through electron impact excitation of ions and molecular hydrogen, respectively. From the spectral observation, we can obtain not only total amount of energy deposited in each region but characteristic energy of electrons. Hisaki is dedicated for observing solar system planets. The monitoring capability of HISAKI provided us discoveries of dynamical behavior of the giant magnetosphere. Here, we show new pictures of Jovian magnetosphere obtained from the Hisaki satellite observation. This paper includes following topics: (1) Origin of hot electron in the inner magnetosphere, (2) Transient brightening of Jovian aurora and subsequent global expansion of the disturbance in the whole magnetosphere, (3) Global response of the magnetosphere to volcanic activity of the satellite Io, (4) Solar wind effects on the inner and middle magnetospheres, (5) Driver of radial diffusion in the Jovian radiation belt, (6) Electromagnetic magnetosphere-satellite interaction, and (7) Identification of new emission lines and new energy states of ion.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Axisymmetric conductivities of Jupiter's middle- and low-latitude ionosphere

*中村 勇貴[1]、寺田 綱一郎、垰 千尋[2]、寺田 直樹[1]、笠羽 康正[3]、北 元[4]、中溝 葵[2]、吉川 顕正[5]、大谷 晋一[6]、土屋 史紀[3]、鍵谷 将人[3]、坂野井 健[3]、村上 豪[4]、吉岡 和夫[7]、木村 智樹[1]、山崎 敦[4]、吉川 一朗[8]
*Yuki Nakamura[1], Koichiro Terada, Chihiro Tao[2], Naoki Terada[1], Yasumasa Kasaba[3], Hajime Kita[4], Aoi Nakamizo[2], Akimasa Yoshikawa[5], Shinichi Ohtani[6], Fuminori Tsuchiya[3], Masato Kagitani[3], Takeshi Sakanoi[3], Go Murakami[4], Kazuo Yoshioka[7], Tomoki Kimura[1], Atsushi Yamazaki[4], Ichiro Yoshikawa[8]

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、2. 情報通信研究機構、3. 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター、4. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、5. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、6. ジョンズホプキンス大学応用物理研究所、7. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、8. 東京大学
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 4. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 5. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 6. The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, 7. Graduate School of frontier Science, The University of Tokyo, 8. The University of Tokyo

Ionospheric Hall and Pedersen conductivities are important parameters in determining the electric potential distribution and plasma convection in a magnetosphere-ionosphere system. At Jupiter, meteoric ions deposited by meteoroid ablation are expected to play a major role in the ionospheric conductivities [e.g., Cloutier et al., 1978]. Hall and Pedersen conductivities are expected to be axisymmetric at Jupiter due to the long lifetime of meteoric ions. This study evaluates the modification of the potential distribution and plasma convection in the inner magnetosphere caused by the axisymmetric ionospheric conductivities at Jupiter.

We have developed a photochemical model and an ionospheric potential solver to evaluate the contributions of meteoric ions to the Jovian ionospheric conductivities and dawn-to-dusk electric field in the inner magnetosphere. Our photochemical model includes chemical reactions taken from Kim et al. [1994, 2001], mass deposition of meteoric atoms and ions by meteoroid ablation, ionizations by precipitating electrons, and ambipolar diffusion of ions. The input parameters of field-aligned currents are taken from the Region 2-like current in Khurana [2001] and axisymmetric Hill current. Our ionospheric potential solver has been developed using the methods in Nakamizo et al. [2012]. We calculate the global distribution of ionospheric conductivities using ion and electron density profiles acquired from the photochemical model. The ionospheric potential distribution and the resulting dawn-to-dusk electric field in the inner magnetosphere are obtained by the ionospheric potential solver.

Our simulation results reveal that the largest contributions to the Hall and Pedersen conductivities occur in the meteoric ion layer, and the resulting height-integrated conductivities are axisymmetric in the middle- and low- latitudes. Meteoric ions dominate the ion densities in the altitude region of 350 - 450 km with a peak electron number density of ~10^{11} [m^{-3}]. The obtained electron density profile is almost constant at any local time in the middle- and low-latitudes because the lifetimes of H^+ in the high altitude and meteoric ions in the lower altitude ionosphere are sufficiently longer than the half Jovian day (~ 5h). The ionospheric conductivities reach their maxima at the meteoric ion layer, and the height-integrated Hall and Pedersen conductivities become axisymmetric in the middle- and low- latitudes. At high

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

latitudes, the conductance are enhanced at dawn side associated with the Region 2-like upward field-aligned current. The dawn-to-dusk electric field generated in the inner magnetosphere is 4 - 27 [mV/m] around Io’s orbit. For comparison, we model another case of ionosphere without H^+ and meteoric ions. In this case, the ionospheric conductance are entirely smaller than the former case, and diminished at night side. The resulting dawn-to-dusk electric field is 45 - 270 [mV/m] around Io’s orbit in this case.

In order to evaluate the validity of our results, we compare our results to observations. Observations by the Hisaki satellite revealed that the variation of dawn-to-dusk brightness intensity ratio of Io plasma torus coincided with a rapid increase in the solar wind dynamic pressure. The correlation between them can be explained by the existence of a dawn-to-dusk electric field of ~4 - 9 [mV/m] around Io’s orbit [Murakami et al., 2016]. Our model results are almost consistent with the Hisaki observations in the case of the existence of meteoric ions in the lower ionosphere. It is concluded that the existence of meteoric ions in the lower ionosphere causes the axisymmetric enhanced ionospheric conductance at Jupiter. The large axisymmetric conductance results in the small dawn-to-dusk electric field in the inner magnetosphere, and our model results can be supported by the Hisaki observations.

キーワード：木星、流星起源のイオン、電離圏磁気圏結合
Keywords: Jupiter, Meteoric ion, M-I coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The magnetospheres of Saturn and Jupiter as viewed by Cassini and Juno

*G Provan[1], Stanley W. H. Cowley[1], Emma Jane Bunce[1]

1. University of Leicester

The magnetospheres of the gas giants Saturn and Jupiter are believed to be driven to varying degrees by external drivers, planetary rotation and internal plasma sources. Both planets are rapid rotators with active volcanic moons and complicated ring systems. Their auroras are key indicators to the magnetosphere-ionosphere coupling at the giant planets. At Saturn Planetary Period Oscillations (PPOs) are observed throughout the magnetosphere, including during Cassini’ s Grand Finale on field lines mapping to Saturn’ s rings. In this paper we will report on the latest results from the Cassini and Juno missions, including both the latest observations and theoretical modelling. We will elucidate on a series of studies determining properties of Saturn’ s PPOs throughout the Cassini mission, and compare our results with those derived from analysis of Saturn kilometric radiation emissions from the Voyager, Ulysses, and Cassini mission. We will further model the magnetosphere-ionosphere coupling current at Jupiter and compare these results with observations from the Juno spacecraft and HST observations. We will finish by detailing some of the outstanding questions in the field.

Keywords: Saturn, Jupiter, Juno

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)、座長:Takeshi Horinouchi

Akatsuki, being in Venus orbit since December 2015, has acquired a volume of high-quality data, unveiled many new phenomena and is allowing researchers to investigate the underlying mechanisms. As the data accumulate, numerical models and theories are being advanced as well. We are no doubt living in the new golden era of Venus studies. This session invites papers of the new scientific results with Akatsuki data and the latest results of theoretical and numerical works. We expect participants of this session share the latest research results through presentations and discussion.

9:00 ~ 9:15

[PPS05-01] Super-rotation of Venusian atmosphere in the equatorial region may be caused by the density driven separation

*Adhithiyan Neduncheran[1]、Ugur Guven[1,2]、Ananyo Bhattacharya[3] (1.University of Petroleum and Energy Studies, India、2.United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific、3.Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India)

9:15 ~ 9:30

[PPS05-02] Comparison of horizontal distributions of temperature and UV absorbers at the Venus cloud-tops

*河瀬 慎一郎[1]、田口 真[1]、福原 哲哉[1]、Yeon Joo Lee[2]、山崎 敦[3,4] (1.立教大学、2.マックスプランク太陽系研究所、3.宇宙科学研究所、4.宇宙航空研究開発機構)

9:30 ~ 9:45

[PPS05-03] Orographic Gravity Waves in the Venus Atmospheric

*鈴木 杏那[1]、高木 征弘[1]、前島 康光[2]、安藤 紘基[1]、杉本 憲彦[3]、松田 佳久[4] (1.京都産業大学、2.理化学研究所 計算科学研究機構、3.慶應大学、4.東京学芸大学)

9:45 ~ 10:00

[PPS05-04] Atmospheric structures simulated by T21 and T63 Venus GCMs with radiative transfer

*山本 勝[1]、池田 恒平[2]、高橋 正明[2] (1.九州大学応用力学研究所、2.国立環境研究所)

10:00 ~ 10:15

[PPS05-05] あかつき/LIR観測により同定された金星雲層高度における熱潮汐波が作る温度擾乱構造

★招待講演

*神山 徹[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、今村 剛[3]、二口 将彦[4]、山田 武尊[2]、秋場 聖浩[2]、Yeon Joo Lee、佐藤 隆雄[7]、村上 真也[5]、はしもと じょーじ[6]、佐藤 毅彦[5]、中村 正人[5] (1.産業技術総合研究所、2.立教大学、3.東京大学、4.東邦大学、5.宇宙航空研究開発機構、6.岡山大学、7.北海道情報大学)

10:15 ~ 10:30

[PPS05-06] From Venus to Mars: viewpoint of comparative meteorology

★Invited Papers

*今村 剛[1]、小郷原 一智[2]、中川 広務[3]、青木 翔平[3] (1.東京大学大学院　新領域創成科学研究科、2.滋賀県立大学 工学部、3.東北大学大学院　理学研究科)

Super-rotation of Venusian atmosphere in the equatorial region may be caused by the density driven separation

*Adhithiyan Neduncheran[1], Ugur Guven[1,2], Ananyo Bhattacharya[3]

1. University of Petroleum and Energy Studies, India, 2. United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific, 3. Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India

On Venus, the clouds move nearly 60 times faster than the rotation of the planet. Super-rotation of the Venusian atmosphere is an intriguing phenomena and the reasons are still unclear. The super-rotation is possibly due to Venus being tidally locked to Sun as a consequence of which the planet experiences maximum heating in the equatorial zones causing meridional flows in the lower latitudes. The latent heat trapped by the Carbon dioxide gradually rises above due to its increased kinetic energy, which increases the motion of the cloud layers over time. Previous works done shows that the clouds are highly unstable in the altitude ranging from 49-55Km and below 30Km as per *Zasova et al* 2006 (doi:10.1016/j.pss.2007.01.011). This work shall put forth a possibility of density driven separation of cloud layers and its viscosity which helps in the super-rotation of the clouds. Similar hypothesis were presented by *Lebonnois et al* 2017 (DOI: 10.1038/NGEO2971). Using the known densities of atmospheric constituents, and applying the principles of viscosity and fluid dynamics, a simulation in COMSOL Multiphysics is done and analyzed for the flow behavior in the atmospheric layers ranging between 20Km and 80Km with respect to it’ s horizontal distance. The possible reasons regarding the flow will be discussed considering the solar convection in the equatorial region.

Keywords: Venus, atmosphere, super-rotation, clouds, flow simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of horizontal distributions of temperature and UV absorbers at the Venus cloud-tops

*河瀬 慎一郎[1]、田口 真[1]、福原 哲哉[1]、Yeon Joo Lee[2]、山崎 敦[3,4]
*Shinichiro Kawase[1], Makoto Taguchi[1], Tetsuya Fukuhara[1], Yeon Joo Lee[2], Atsushi Yamazaki[3,4]

1. 立教大学、2. マックスプランク太陽系研究所、3. 宇宙科学研究所、4. 宇宙航空研究開発機構
1. Rikkyo University, 2. Max Planck Institute for Solar System Research, 3. Institute of Space and Astronautical Science, 4. Japan Aerospace Exploration Agency

Venus is the nearest neighbor planet, which has a size similar to that of the earth. However, unlike the earth, Venus is covered with thick - clouds floating at 45-70 km altitudes (Nakamura et al. 2011). It is considered that the clouds are photochemically generated by oxidation of and . In the visible region, light reflected by the clouds are poorly absorbed and few structures are noticeable. On the other hand, in the ultraviolet (UV) region, inhomogeneity of albedo has been identified to be inhomogeneous distribution of UV absorbers above the layer of UV scattering. It has been identified that in the Venusian atmosphere absorbs light in the wavelength region between 200 nm and 320 nm, but chemical species responsible for the absorption in the wavelength region longer than 320 nm is still unidentified. and are candidates (Perez et al. 2018). The UV absorbers play an important role in the atmospheric dynamics, controlling vertical thermal stability by heating at the top of convection layer. The dynamics may feedback the distribution of the UV absorbers by transport of them from the lower atmosphere. Details of the chemical and dynamical coupling are still unknown.

We analyzed images obtained by the Longwave Infrared Camera (LIR) and Ultraviolet Imager (UVI) onboard the Venus orbiter Akatsuki. LIR takes images of thermal radiation in the wavelength range of 8-12 μm emitted from the cloud-tops (Fukuhara et al., 2011). Temperature distributions are derived from the images. Disturbances seen in the temperature distributions are thought to be caused by atmospheric waves and tides, changes in the cloud-top altitude and adiabatic heating and cooling due to convection, direct heating by the UV absorbers, and so on. UVI takes images of the solar radiation reflected by the clouds with narrow bandpass filters centered at the 283 and 365 nm wavelengths, which correspond to the absorption bands of and unknown absorbers (Yamazaki et al., 2018).

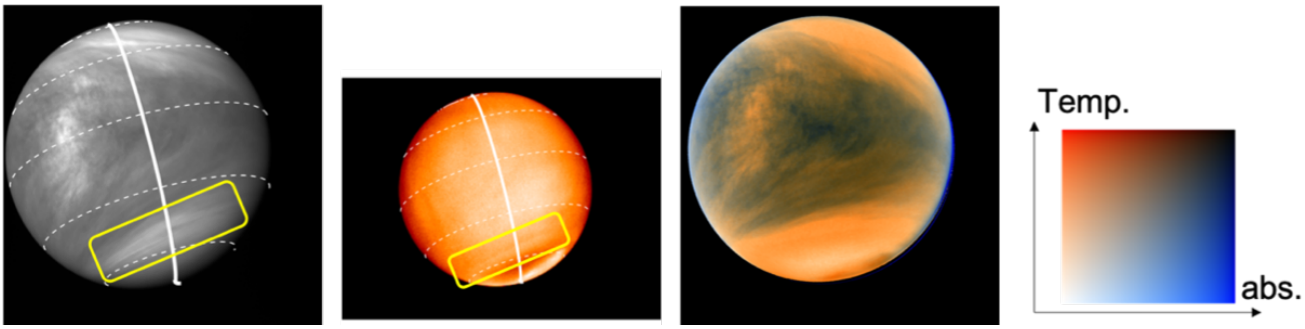
Observations at 365 nm often find clouds with a little radiation in the middle latitudes. Such clouds with low radiation (bright) are covering on the clouds with high radiation (dark). The bright clouds are hard to receive the supply of UV absorbers from the lower layer (Titov et al., 2008). We found such bright distributions in the middle latitudes of images taken by LIR and UVI. Examples (on January 26, 2017) are shown in figures. The fact that we can see the similar distributions at different wavelengths means that two cameras observe clouds almost the same altitude. Therefore, we are studying of the dynamics of cloud top distributions at middle latitudes to use data taken by LIR and UVI.

We converted the UV radiation obtained into the absorption rate. Furthermore, we compared by combining the absorption rate and the temperature. The combined image is displayed more reddish when the temperature is higher and it is displayed more blueish when UV absorption rate is higher. Example are shown in figures. The figure is displayed blackish in the equatorial region and whitish in the polar region. In the middle latitudes where we pay attention, the temperature is high and the amount of absorption is small, so it is displayed reddish. In this presentation, we will introduce some examples like this, and will present relationships between temperature and , temperature and unknown absorbers.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

As a next step, we will further study the relationship between temperature and UV absorbers for each latitude and local time, and will clarify what atmospheric dynamics is occurring at the cloud top.

キーワード：金星、あかつき、未知紫外吸収物質
Keywords: Venus, Akatsuki, unknown UV absorber



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Orographic Gravity Waves in the Venus Atmospheric

*鈴木 杏那[1]、高木 征弘[1]、前島 康光[2]、安藤 紘基[1]、杉本 憲彦[3]、松田 佳久[4]
*Anna Suzuki[1], Masahiro Takagi[1], Yasumitsu Maejima[2], Hiroki Ando[1], Norihiko Sugimoto[3], Yoshihisa Matsuda[4]

1. 京都産業大学、2. 理化学研究所 計算科学研究機構、3. 慶應大学、4. 東京学芸大学
1. Kyoto Sangyo University, 2. RIKEN Advanced Institute for Computational Science, 3. Keio University, 4. Tokyo Gakugei University

Fast zonal winds called “super-rotation” are predominant globally in the Venus atmosphere, whose wind speed reaches ~100 m/s at ~70 km level (Schubert et al., 1980). Based on the zonal winds inferred from UV cloud images taken by the Venus Monitoring Camera onboard the Venus Express orbiter, Bertaux et al. (2016) pointed out that the zonal wind at ~70 km might be decreased by about 20 m/s over the Aphrodite terra, and suggested that the gravity waves generated by the Venus topography propagate upward, breaking at the cloud levels, giving their momentum to the atmosphere and decreasing of zonal wind. Young et al. (1987, 1994) numerically investigated the excitation and propagation processes of the gravity waves. Their results show that the gravity waves with horizontal wavelengths of 50 –800 km can propagate to the cloud levels if the zonal wind near the surface is of 2.2–3.0 m/s. However, the momentum transfer by the gravity waves is not examined. In the present study, we investigate the gravity waves in the Venus atmosphere with a focus on their momentum transfer using a cloud resolving numerical model named Cloud Resolving Storm Simulator (CReSS). Our preliminary results suggest that the orographic gravity waves can propagate upward and reach the cloud levels, as shown by Young et al. (1987, 1994). We will examine the momentum transfer by the gravity waves and discuss its effect on the super-rotation.

キーワード：金星大気、地形性重力波
Keywords: Venus atmosphere, orographic gravity wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Atmospheric structures simulated by T21 and T63 Venus GCMs with radiative transfer

*山本 勝[1]、池田 恒平[2]、高橋 正明[2]
*Masaru Yamamoto[1], Kohei Ikeda[2], Masaaki Takahashi[2]

1. 九州大学応用力学研究所、2. 国立環境研究所
1. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 2. National Institute for Environmental Studies

Radiative forcing and topography are important in the formations of the thermal and wind structures on Venus. The surface topography forces stationary waves, which induce large-scale stationary bow-shaped wave pattern (Fukuhara et al. 2017) and conspicuous variation of cloud-top zonal flow (Bertaux et al. 2016) over the Aphrodite Terra. The topographical and radiative effects on Venus' atmosphere general circulation have been investigated using a T21L52 Venus AGCM at Atmosphere and Ocean Research Institute, Univ. Tokyo (Ikeda 2011). Our Venus GCM with the topographical data and radiative code simulated solar-locked and geographical atmospheric structures on Venus (Yamamoto et al. 2019). The model reproduced the wind structure near the subsolar point and the slowness of zonal wind over the Aphrodite Terra. Furthermore it showed that (1) the sub-rotation is formed near the surface in and around high land and mountains, (2) weakly stable layer is formed at 10-20 km at low latitudes, and (3) the zonal wind is weakened at the cloud top over the Aphrodite Terra. The third result implies that the negative wind deviation of the topographically forced stationary wave produces the slowness of the cloud-top zonal wind around the Aphrodite Terra. The GCM with the radiative code estimated the heat budget in the lower and middle atmospheres and reproduced the static stability similar to the observation. For the simulated zonal-mean structure, an equatorial fast flow of ~90 m/s and mid-latitude jets of ~120 m/s are formed around the cloud top. A poleward flow of >8 m/s is formed above the cloud layer, where the imbalance between solar and infrared radiative heating is large. Around the cloud top where the solar radiative heating balances the infrared one, a poleward flow is small (~1 m/s) and confined within the equatorward flank of the jet core. In and around the jet core, indirect circulations are formed by the eddy heat fluxes owing to the thermal tide and baroclinic waves. In solar-fixed coordinates, differences are significant between the zonal and dayside averages of the meridional wind and its related fluxes within the cloud layer. This suggests that we must carefully estimate the zonal-mean Hadley circulation, eddy momentum flux, and eddy heat flux from the one-side hemisphere. Most of the abovementioned features obtained from the T21 GCM are also seen in the T63 GCM. In this presentation, under the realistic thermal and topographical condition, the effects of the high resolution are also discussed. If we have room or time in this presentation, we briefly show the momentum budget, together with the heat budget shown in Yamamoto et al. (2019).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

あかつき/LIR観測により同定された金星雲層高度における熱潮汐波が作る温度擾乱構造

Thermal-tides structure at the cloud level of Venus derived from Akatsuki/LIR observations

*神山 徹[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、今村 剛[3]、二口 将彦[4]、山田 武尊[2]、秋場 聖浩[2]、Yeon Joo Lee、佐藤 隆雄[7]、村上 真也[5]、はしもと じょーじ[6]、佐藤 毅彦[5]、中村 正人[5]
*Toru Kouyama[1], Makoto Taguchi[2], Tetsuya Fukuhara[2], Takeshi Imamura[3], Masahiko Futaguchi[4], Takeru Yamada[2], Masahiro Akiba[2], Yeon Joo lee, Takao M. Sato[7], Shin-ya Murakami[5], George HASHIMOTO[6], Takehiko Satoh[5], Masato Nakamura[5]

1. 産業技術総合研究所、2. 立教大学、3. 東京大学、4. 東邦大学、5. 宇宙航空研究開発機構、6. 岡山大学、7. 北海道情報大学
1. AIST, 2. Rikkyo Univ., 3. Tokyo Univ., 4. Toho Univ., 5. JAXA, 6. Okayama Univ., 7. Hokkaido Information Univ.

Atmospheric acceleration due to thermal-tides excited in the cloud layer has been considered as one of main contributors for maintaining the atmospheric super-rotation in Venus, where zonal wind speed of the atmosphere at the cloud top (~70 km) rotates more than 60 times faster than the rotation speed of the solid body of Venus. The structures of the thermal-tides have been confirmed firstly in a temperature field and in zonal and meridional wind fields at the cloud top level by tracking cloud motions in several Venus exploration missions. In numerical studies, it has been confirmed that the thermal-tides structure is composed of diurnal, semi-diurnal, and higher frequent components which enhance at different altitudes and latitudes. Since they may contribute atmospheric acceleration according to their enhancement, observational monitoring should be important to understand what components of thermal-tides are dominant in different latitudes. On the other hand, there have been less observational studies about the latitudinal structures of thermal-tides in temperature fields due to time limitation for ground-based observations and limitation of spatial coverage for previous satellite observations.

In this study, we investigated latitudinal profiles of diurnal, semi-diurnal, and higher frequent components of thermal-tides in the temperature field obtained from long-term observation data by Longwave Infrared Camera (LIR) onboard Akatsuski that catches thermal emission from Venusian cloud layer (60-70km). We used the LIR data from October 2016 to December 2018 in which LIR had been remained to be turned on to prevent unexpected temperature increasing in LIR images, and we selected a specified emission angle (60˚) in the analysis to minimize emission angle dependence of a limb darkening effect.

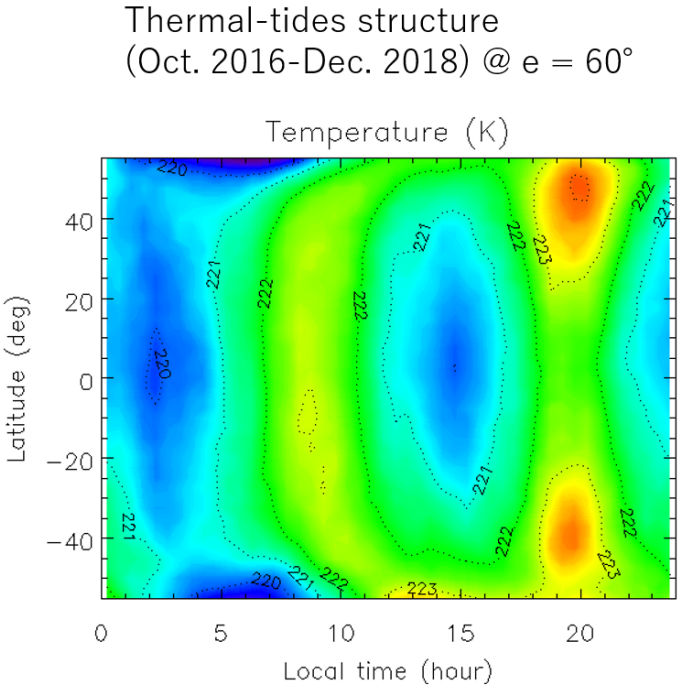
Thanks to the global coverage of LIR observation in both dayside and night side, a global thermal-tides structure (local time-latitude coordinate) was firstly obtained by averaging the long-term LIR observation. By applying Fourier analysis to the thermal-tides structure, we found that the semi-diurnal component was clearly dominant in lower latitudes (< 30˚) whereas the diurnal component became significant in higher latitudes (> 45˚), and both diurnal and semi-diurnal tides showed almost equatorial symmetric profiles. These characteristics were consistent with a numerical expectation in a global circulation model by Takagi et al. (2018). In addition, the diurnal component showed clear phase tilting in mid-latitudes, which may

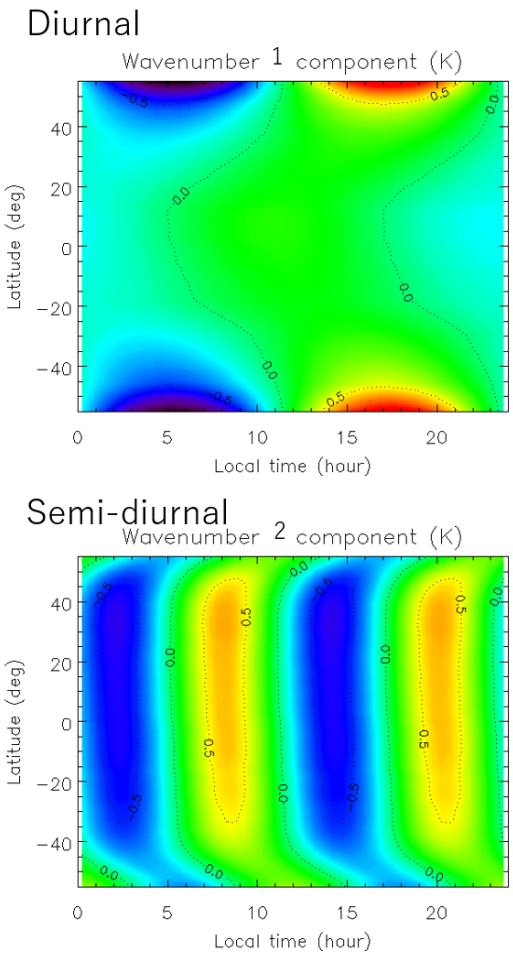
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

indicate latitudinal energy transportation due to the diurnal component, while the semi-diurnal and other components with higher wavenumbers did not show such clear phase tilting in low-mid latitudes.

In this presentation, we will provide the structures of each thermal tide components, and latitudinal profiles of their amplitudes and phases, and we will also discuss thermal-tides structures at different periods for more detail discussion about variability of the tides.

キーワード：金星、熱潮汐波、LIR
Keywords: Venus, Thermal tides, LIR





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

From Venus to Mars: viewpoint of comparative meteorology

*今村 剛[1]、小郷原 一智[2]、中川 広務[3]、青木 翔平[3]
*Takeshi Imamura[1], Kazunori Ogohara[2], Hiromu Nakagawa[3], Shohei Aoki[3]

1. 東京大学大学院　新領域創成科学研究科、2. 滋賀県立大学　工学部、3. 東北大学大学院　理学研究科
1. The University of Tokyo, 2. University of Shiga Prefecture, 3. Tohoku University

The next Japanese planetary mission focusing on atmospheric science will be the Mars observation in the MMX (Martian Moons eXploration) mission. The spacecraft will enter a near-equatorial, high-altitude, circular orbit around Mars in 2025 and stay in orbit for 3 years. During this Mars-orbiting phase, the spacecraft will collect samples from Phobos and remotely observe Phobos, Deimos and Mars. Continuous, high-resolution, multi-wavelength, global observations of the Mars atmosphere enable monitoring of meteorological processes driving dust/water cycle in the atmosphere-surface system. The instruments used will be a near-infrared imaging spectrometer and multi-band cameras.

The Mars observation in MMX is considered a natural extension of the Venus orbiter Akatsuki. The observation sequence of MMX is similar to that of Akatsuki in that global images are acquired at short time intervals from an equatorial orbit similarly to Earth's meteorological satellites. From the viewpoint of comparative meteorology, Martian meteorology is contrasted with Venusian meteorology in many aspects. Examples include: superrotation on Venus vs. strong high-latitude jets on Mars; weak thermal forcing on Venus vs. strong thermal forcing on Mars; internal oscillation on Venus vs. seasonal cycle on Mars; wave-driven circulation on Venus vs. heat-driven circulation on Mars; slow convection on Venus vs. fast convection on Mars; uniform aerosols on Venus vs. variable aerosols on Mars; weak vertical coupling on Venus vs. strong vertical coupling on Mars. In order to maximize scientific achievements, feedbacks from Akatsuki to MMX are required.

キーワード：金星、火星、気象学
Keywords: Venus, Mars, meteorology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)、座長:Takehiko Satoh

Akatsuki, being in Venus orbit since December 2015, has acquired a volume of high-quality data, unveiled many new phenomena and is allowing researchers to investigate the underlying mechanisms. As the data accumulate, numerical models and theories are being advanced as well. We are no doubt living in the new golden era of Venus studies. This session invites papers of the new scientific results with Akatsuki data and the latest results of theoretical and numerical works. We expect participants of this session share the latest research results through presentations and discussion.

10:45 ~ 11:05

[PPS05-07] 金星マントルの二段階進化モデルと地球への応用

★招待講演

*小河 正基[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

11:05 ~ 11:20

[PPS05-08] Interaction between the thermosphere and the cloud-level atmosphere of Venus studied with simultaneous observations by Hisaki and Akatsuki

*奈良 佑亮[1]、今村 剛[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、益永 圭[2]、山崎 敦[3]、渡部 重十[4]、山田 学[5]、Lee Yoen Joo[1]、寺田 直樹[6]、関 華奈子[1] (1.東京大学大学院、2.Swedish Institute of Space Physics、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.北海道情報大学、5.千葉工業大学、6.東北大学)

11:20 ~ 11:35

[PPS05-09] Mesoscale Dyanmics in the Venus Atmosphere

*Kevin McGouldrick[1]、Javier Peralta[2]、Takehiko Satoh[2] (1.University of Colorado Boulder、2.Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency)

11:35 ~ 11:50

[PPS05-10] Periodicity analysis of Venus' cloud-top temperature measured by Akatsuki LIR

梶原 直也[1]、*今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3] (1.東京大学大学院　新領域創成科学研究科、2.立教大学　理学部、3.産業技術総合研究所)

11:50 ~ 12:10

[PPS05-11] Modeling Venus-like Worlds Through Time: The habitable zone, and the evolution of Venus' atmosphere.

★Invited Papers

*Michael Way[1,2,3]、Anthony Del Genio[1] (1.NASA Goddard Institute for Space Studies、2.GSFC Sellers Exoplanet Environments Collaboration、3.Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Sweden)

12:10 ~ 12:15

Discussion

金星マントルの二段階進化モデルと地球への応用
A two-stage evolution model of Venus’s mantle and its implication for the Earth

*小河 正基[1]
*Masaki Ogawa[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻
1. Division of General Systems Studies, Graduate School of Arts and Sciences, University of Tokyo

There are two elementary processes that exert control over the evolution of the mantle in Venus and the Earth. The first is the magmatism-mantle upwelling (MMU) feedback: Suppose an upwelling flow in the solid mantle generates magma by decompression melting. The buoyancy of the magma boosts the upwelling flow itself. This positive feedback makes the magmatism and the upwelling flow vigorous. The second is mantle burst. The solid-solid phase transitions at the top of the lower mantle makes the convective flow across the phase boundaries pulsating, provided that the mantle is hot enough to cause an active magmatism. When coupled with the MMU feedback, this pulse of mantle upwelling flow causes an extensive magmatism in the upper mantle. Because of these two elementary processes, the mantle of Venus evolves in two stages. On the earlier stage when the mantle is strongly heated by radioactive elements, mantle bursts repeatedly occurs to episodically resurface Venus. As the radioactive elements decay, however, the mantle evolves into the later stage. Mantle bursts subside, and only a mild magmatism occurs at the top of the mantle to continuously resurface the planet. When a model of tectonic plates is added to this model of Venus, I obtained a two-stage evolution model of the Earth. On the earlier stage, mantle bursts repeatedly occur to make plate motion chaotic and the mantle compositionally rather homogeneous. On the later stage, in contrast, mantle bursts subside, and plate motion becomes more steady; ridge magmatism differentiates the mantle, and basaltic materials accumulate on the core-mantle boundary to form thermo-chemical piles similar to the Large Low Shear wave Velocity Provinces.

キーワード：金星、内部進化、数値シミュレーション
Keywords: Venus, Evolution of the interior, numerical simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interaction between the thermosphere and the cloud-level atmosphere of Venus studied with simultaneous observations by Hisaki and Akatsuki

*奈良 佑亮[1]、今村 剛[1]、吉川 一朗[1]、吉岡 和夫[1]、益永 圭[2]、山崎 敦[3]、渡部 重十[4]、山田 学[5]、Lee Yoen Joo[1]、寺田 直樹[6]、関 華奈子[1]
*Yusuke Nara[1], Takeshi Imamura[1], Ichiro Yoshikawa[1], Kazuo Yoshioka[1], Kei Masunaga[2], Atsushi Yamazaki[3], Shigeto Watanabe[4], Manabu Yamada[5], Yeon Joo Lee[1], Naoki Terada[6], Kanako Seki[1]

1. 東京大学大学院、2. Swedish Institute of Space Physics、3. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所、4. 北海道情報大学、5. 千葉工業大学、6. 東北大学
1. The University of Tokyo, 2. Swedish Institute of Space Physics, 3. ISAS/JAXA, 4. Hokkaido Information University, 5. Chiba Institute of Technology, 6. Tohoku University

In the thermosphere of Venus, the flow directing from sub-solar to anti-solar (SS-AS) is dominant driven by large temperature gradient associated with a long Venusian solar day which is ~117 Earth days. According to a numerical study by Mayr et al. (1985), the SS-AS flow without drag would exceed 300 m s^{-1} at the maximum.
It is believed that the drag force generated by gravity waves breaking effectively decelerates the thermospheric wind speed. Zalcucha et al. (2013) developed a Venus Thermosphere General Circulation Model in the presence of the gravity wave-drag, which accelerates the atmosphere when the gravity waves are broken. The model showed the SS-AS flow speed of 100-200 m s^{-1}.
The periodical variation that indicates the atmospheric waves in the thermosphere was observed by Masunaga et al. (2017). They analyzed OI dayglow variation using data obtained by the Extreme Ultraviolet Spectroscope for Exospheric Dynamics (EXCEED) on-board the Hisaki spacecraft and detected the periodicity of ~4 days only on the dawn side. They pointed out planetary-scale waves in the middle atmosphere which are expected to be exist in Venus might responsible for the variations in the thermosphere, while the existence of the planetary-scale waves at that time was not confirmed.
In this study, we investigated the vertical coupling between cloud-level atmosphere and the thermosphere of Venus, focusing on the role of atmospheric waves. To find the evidence for the wave propagation, we used data that are obtained simultaneously by Hisaki and Akatsuki spacecraft on the dawn side of Venus in June 2017.
Analyzing the time series of the atomic O dayglow emissions measured by the EXCEED and the UV images which reflect the spatial distribution of unidentified absorbers at the cloud top (~70 km) obtained by the Ultraviolet Imager (UVI), we identified characteristic periodicities of 3.5 days in both data. The wind velocity deduced with cloud tracking from UV images suggests that the 3.5-day periodicity can be associated with Kelvin waves at the cloud top; however, Kelvin waves should decay with height through radiative damping and will not reach the thermosphere. We propose an indirect process in which the Kelvin waves change the wind field periodically and examine how the vertically propagating small-scale gravity waves influence the thermospheric dayglow with a simplified numerical model.

キーワード：金星、熱圏、雲層、上下結合、重力波
Keywords: Venus, Thermosphere, Cloud level, Vertical coupling, Gravity waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mesoscale Dyanmics in the Venus Atmosphere

*Kevin McGouldrick[1], Javier Peralta[2], Takehiko Satoh[2]

1. University of Colorado Boulder, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

The Akatsuki Spacecraft is capable of observing the full disk of Venus at a number of filter-specified wavelengths, with time cadence on the order of an hour, and for up to nine days at a time (until the orbit brings the spacecraft so close that Venus exceeds the instrumental fields of view). Because of this, it is capable of supporting the elucidiation of both global atmospheric dynamics (i.e., the super-rotation) and mesoscale atmospheric dynamics. Here, we describe the analysis of the driving dynamics associated with mesoscale features observed in the Akatsuki IR2 camera data. This work focuses on just a single orbit of Akatsuki, but the features and behaviors we describe appear to be common in the Venus atmosphere. We make comparisons with similar terrestrial phenomena; and assess the implications for energy and momentum transport that may affect the overall global atmospheric dynamics. Three of the four filters in Akatsuki's IR2 camera image the night side of the planet in emitted radiation. These filters have central wavelegnths of 1.74 micron, 2.26 micron, and 2.32 micron, which are most sensitive to the conditions between about 50 km and 60 km altitude, in the midst of the lower and middle, condensational, cloud deck of Venus.

Keywords: Venus, Akatsuki, Meteorology, Clouds, Atmospheric Dynamics, Infrared Observations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Periodicity analysis of Venus' cloud-top temperature measured by Akatsuki LIR

梶原 直也[1]、*今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3]
Naoya Kajiwara[1], *Takeshi Imamura[1], Makoto Taguchi[2], Tetsuya Fukuhara[2], Toru Kouyama[3]

1. 東京大学大学院　新領域創成科学研究科、2. 立教大学　理学部、3. 産業技術総合研究所
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. College of Science, Rikkyo University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Planetary-scale waves are thought to play crucial roles in the maintenance of the general circulation of the Venusian atmosphere. However, observational clues are limited, and the nature of such waves is poorly constrained. Here we analyze for the first time the cloud-top temperature field to deduce the periods (frequency) and the spatial structures of planetary-scale waves using LIR image data acquired continuously. Since the systematic (absolute) error in LIR data of around 3 K is larger than the expected amplitudes of the temperature oscillations of around 1 K, the waves are hard to detect by deducing temperature variations with time. In this study, we analyze oscillations of the zonal gradient of the temperature in each image associated with planetary-scale waves. The small random (relative) error in LIR data of 0.3 K enables detection of such small-amplitude waves with this method. Through spectral analyses of the time series of the temperature gradient spanning 142 Earth days from 18 May 2017, distinct oscillations with periods of 3.5 days, 4.9 days and 5.2 days were discovered. All of these modes show almost constant phases along the latitude, indicating that they are planetary-scale waves. Based on the wave period and the latitude dependence of the amplitude, the 3.5-day wave is identified as a Kelvin wave and the 4.9-day and 5.2-day waves seem to be hemispherically-symmetric Rossby waves. The amplitudes of these waves changed with time during the observation period.

キーワード：金星、あかつき、大気
Keywords: Venus, Akatsuki, atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling Venus-like Worlds Through Time: The habitable zone, and the evolution of Venus' atmosphere.

*Michael Way[1,2,3], Anthony Del Genio[1]

1. NASA Goddard Institute for Space Studies, 2. GSFC Sellers Exoplanet Environments Collaboration, 3. Department of Physics and Astronomy, Uppsala University, Sweden

Using a modern three-dimensional general circulation coupled atmosphere/ocean model [1] we recently demonstrated [2] that climatic conditions may have permitted liquid water on Venus' surface for ~2 billion years in its early history. Similar such conditions on Earth are believed amenable to the rise of life. Several assumptions were made based on what little data we have for early Venus such as; the type of solar spectrum extant at that time, orbital parameters, estimates of a shallow ocean from Pioneer Venus D/H ratios, and topography from the Magellan Mission. We also assumed that it would have had an atmosphere similar to modern day Earth: 1 bar N2, 400ppmv CO2, 1ppmv CH4. I will discuss the motivations behind these assumptions and additional parameter space studies with direct relevance to hypothetical exoplanetary Venus-like worlds found at the inner edge of the liquid water habitable zone. Finally, I will show how our studies demonstrate that the reason for Venus' present climatic state is unlikely to be related to the gradual warming of our sun over the past 4Gyr as is commonly believed

[1] Way, M.J. et al. (2017) Astroph Journ Suppl, 231, 1
[2] Way, M. J., et al. (2016) Geophy Res Lett, 43, 8376-838

Keywords: Venus, Habitabilty, Exoplanets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)、座長:Kevin McGouldrick

Akatsuki, being in Venus orbit since December 2015, has acquired a volume of high-quality data, unveiled many new phenomena and is allowing researchers to investigate the underlying mechanisms. As the data accumulate, numerical models and theories are being advanced as well. We are no doubt living in the new golden era of Venus studies. This session invites papers of the new scientific results with Akatsuki data and the latest results of theoretical and numerical works. We expect participants of this session share the latest research results through presentations and discussion.

13:45 ~ 14:00

[PPS05-12] 金星探査機「あかつき」IR2の昼面観測から明らかとなった金星雲頂構造

★招待講演

*佐藤 隆雄[1]、佐藤 毅彦[2]、佐川 英夫[3]、眞子 直弘[2]、Lee Yeon Joo、村上 真也[2]、小郷原 一智[4]、はしもと じょーじ[5]、笠羽 康正[6]、山崎 敦[2]、山田 学[7]、渡部 重十[1]、今村 剛[8]、中村 正人[2] (1.北海道情報大学、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.京都産業大学、4.滋賀県立大学、5.岡山大学、6.東北大学、7.千葉工業大学、8.東京大学)

14:00 ~ 14:15

[PPS05-13] Formation of superrotation studied by a TEM model

*堀之内 武[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

14:15 ~ 14:30

[PPS05-14] Morphological Feature Extraction from Venus’ Cloud Images Using Principal Component Analysis

*成田 穂[1]、今村 剛[1]、奈良 佑亮[1]、Yeon Joo Lee、渡部 重十[2]、山崎 敦[3]、佐藤 毅彦[3]、田口 真[4]、福原 哲哉[4]、山田 学[5] (1.東京大学、2.北海道情報大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.立教大学、5.千葉工業大学惑星探査研究センター)

14:30 ~ 14:45

[PPS05-15] **Principal Components of UV Albedo Variability in Venus' Atmosphere as seen at 283 nm**

*Pushkar Kopparla[1]、Yeon Joo Lee[1]、Takeshi Imamura[1]、Atsushi Yamazaki[2] (1.GSFS, University of Tokyo、2.ISAS, JAXA)

14:45 ~ 15:00

[PPS05-16] Active and inactive behaviors of the planetary-scale waves on Venus cloud top

★Invited Papers

*今井 正尭[1]、神山 徹[1]、高橋 幸弘[2]、堀之内 武[3]、今村 剛[4]、山崎 敦[5]、渡部 重十[6]、山田 学[7]、中村 正人[5]、佐藤 毅彦[5] (1.国立研究開発法人 産業技術総合研究所、2.北海道大学 大学院理学院 宇宙理学専攻、3.北海道大学 地球緩急化学研究所、4.東京大学大学院 新領域創成科学研究科、5.宇宙科学研究所、6.北海道情報大学 宇宙情報センター、7.千葉工業大学 惑星探査研究センター)

15:00 ~ 15:15

[PPS05-17] **Long-term behaviour of the morphology and dynamics of Venus's middle clouds with Akatsuki/IR1.**

★Invited Papers

*Javier Peralta[1]、Naomoto Iwagami[2]、Sánchez-Lavega Agustín[3]、Yeon Joo Lee[4]、Ricardo Hueso[3]、Minori Narita[4]、Takeshi Imamura[4]、Phil Miles[5]、Anthony Wesley[6]、Emmanuel Kardasis[7]、Seiko Takagi[8]

(1.Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Sagamihara, Japan、2.Tokyo 156-0044, Japan、3.Escuela de Ingeniería de Bilbao, University of the Basque Country (UPV/EHU), Bilbao, Spain、4.Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, Japan、5.Rubyvale QLD, Australia、6.Astronomical Society of Australia, Australia、7.Hellenic Amateur Astronomy Association, Greece、8.Research and Information Center, Tokai University, Japan)

金星探査機「あかつき」IR2の昼面観測から明らかとなった金星雲頂構造
Cloud top structure of Venus retrieved from the Akatsuki IR2 dayside observations

*佐藤 隆雄[1]、佐藤 毅彦[2]、佐川 英夫[3]、眞子 直弘[2]、Lee Yeon Joo、村上 真也[2]、小郷原 一智[4]、はしもと じょーじ[5]、笠羽 康正[6]、山崎 敦[2]、山田 学[7]、渡部 重十[1]、今村 剛[8]、中村 正人[2]
*Takao M. Sato[1], Takehiko Satoh[2], Hideo Sagawa[3], Naohiro Manago[2], Yeon Joo Lee, Shin-ya Murakami[2], Kazunori Ogohara[4], George HASHIMOTO[5], Yasumasa Kasaba[6], Atsushi Yamazaki[2], Manabu Yamada[7], Shigeto Watanabe[1], Takeshi Imamura[8], Masato Nakamura[2]

1. 北海道情報大学、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3. 京都産業大学、4. 滋賀県立大学、5. 岡山大学、6. 東北大学、7. 千葉工業大学、8. 東京大学
1. Hokkaido Information University, 2. ISAS/JAXA, 3. Kyoto Sangyo University, 4. University of Shiga Prefecture, 5. Okayama University, 6. Tohoku University, 7. Chiba Institute of Technology, 8. The University of Tokyo

We present the cloud top structure of Venus retrieved from a total of 93 dayside images acquired at a wide variety of solar phase angles (0-120 deg) by the 2.02-μm channel of the 2-μm Camera (IR2) onboard Japanese Venus orbiter, Akatsuki, during the period from April 4 to May 25, 2016. Since the 2.02-μm channel locates in a CO_2 absorption band, the sunlight reflected from Venus allows us to determine the cloud top altitude corresponding to unit aerosol optical depth at 2.02 μm with radiative transfer calculation. Firstly, the observed solar phase angle dependence and zonal variation of the reflected sunlight in the equatorial region were used to construct a baseline model characterized by cloud top altitude , Mode 2 radius , and cloud scale height which are 70.287 km, 1.26 μm and 5.1 km, respectively. Secondly, individual cloud top altitudes were retrieved with the assumption that the last two values are valid for the entire planet. The latitudinal structure of cloud top altitude is symmetrical with respect to the equator: the averaged cloud top locates at a constant altitude of 68-70 km equatorward of ±45 deg but rapidly drops in latitudes of 50-60 deg and reaches 61 km poleward of ±70 deg. The averaged cloud top in the equatorial region indicates the tendency to increase from early morning (~7 h) and reach a maximum near early afternoon (~14 h) and decrease toward late afternoon (~17 h). The magnitude of the change is in the order of 1 km. After high-pass filtering of the cloud top altitude maps, small-amplitude features including stationary structures occur within several hundred meters and typically show less contrast than those at two channels (283 and 365 nm) of the Ultraviolet Imager (UVI). Although the long, zonal or tilted streaky features poleward of ~45 deg are clearly identifiable, the features in low and middle latitudes are usually faint and do not necessarily appear as the local variation in cloud top altitude where mottled and patchy patterns are seen in the UV channels, suggesting the existence of convection and turbulence at the cloud top level.

キーワード：金星、大気、雲、あかつき、近赤外、放射伝達
Keywords: Venus, atmosphere, clouds, Akatsuki, near-infrared, radiative transfer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Formation of superrotation studied by a TEM model

Formation of superrotation studied by a TEM model

*堀之内 武[1]
*Takeshi Horinouchi[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

Recently, a number of studies have reported the formation of atmospheric superrotation in three-dimensional Venus GCMs. However, its mechanism has not been fully understood, which is partly due to the difficulty of model data analysis and possible numerical problems (Lebonnois et al 2012). Earlier studies with two-dimensional models by Matsuda (1980, 1982) and Yamamoto and Yoden (2013) provided useful insights, but to assess their applicability is not straightforward, since these studies are based on the Boussinesq approximation and use fixed uniform eddy diffusivity and Newtonian cooling rate. Here, I present the results of numerical simulations with a two-dimensional axi-symmetric model to overcome these difficulties. The model is based on the transformed Eulerian mean (TEM) equations supporting deep atmosphere over multiple scale heights, and it conserves total zonal angular momentum very well when surface friction is tuned off. The model does not use prescribed eddy diffusivity. Instead, effects of dynamical instabilities (convective, symmetric, barotropic-baroclinic instabilities) are parameterized. The model was initialized with the uniform solid-body rotation at the rate of the planetary rotation and run under radiative forcing similar to that in the recent Venus AFES simulations. A realistic superrotation emerged, and it reached a statistical steady state. It is revealed that the dynamical disturbances associated with dynamical instabilities can work like eddy diffusivity in the Gierasch mechanism to create a local maximum of the angular momentum within the atmosphere. The steady-state meridional circulation is multi-layered. The surface friction works to keep the angular momentum at low levels. Effects of thermal tides will be investigated elsewhere.

キーワード：Venus、superrotation
Keywords: Venus, superrotation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Morphological Feature Extraction from Venus' Cloud Images Using Principal Component Analysis

*成田 穂[1]、今村 剛[1]、奈良 佑亮[1]、Yeon Joo Lee、渡部 重十[2]、山崎 敦[3]、佐藤 毅彦[3]、田口 真[4]、福原 哲哉[4]、山田 学[5]
*Minori Narita[1], Takeshi Imamura[1], Yusuke Nara[1], Yeon Joo Lee, Shigeto Watanabe[2], Atsushi Yamazaki[3], Takehiko Satoh[3], Makoto Taguchi[4], Tetsuya Fukuhara[4], Manabu Yamada[5]

1. 東京大学、2. 北海道情報大学、3. 宇宙航空研究開発機構、4. 立教大学、5. 千葉工業大学惑星探査研究センター
1. The University of Tokyo, 2. Hokkaido Information University, 3. ISAS/JAXA, 4. Rikkyo University, 5. PERC/Chiba Institute of Technology

We applied principal component analysis (PCA) to Venus' multi-wavelength image data obtained by Venus orbiter Akatsuki, to extract latent morphological patterns for each wavelength and compare them to reveal similarities and dissimilarities between the wavelengths. Statistical approaches that extract latent features using massive amounts of data have hardly been done in Venus researches. The new analysis showed that tilted streaky features are dominant at all wavelengths, especially in mid-latitudes; this feature can be explained by the combination of the latitudinal gradient of the mean zonal velocity and the meridional circulation. Moreover, the result shows a strong morphological similarity between cloud height and ultraviolet absorbers.

We preprocessed images as follows. We used data in which images have been projected onto the latitude-longitude coordinate (Level-3 data). We used the following four wavelengths; near-infrared 2.02 μm (cloud height), thermal infrared 10 μm (cloud top temperature), ultraviolet 283 nm (SO_2 distribution at the cloud top), and ultraviolet 365 nm (an unknown UV absorber). First, we performed photometric correction using Minnaert Law (except for 10 μm images). Then these images are high-pass filtered by subtracting a Gaussian-smoothed image from each original image to extract scales smaller than 6 degrees both in latitude and longitude. Lastly, we extracted image patches from these images to increase the number of samples and extract specific spatial scale. The size of the image patches is 12 degrees in latitude/longitude. The total number of image patches is around 60,000 for each wavelength. Also, we analyzed images in low-latitudes and mid-latitudes separately.

We performed PCA for the image patches. PCA converts a set of observational data into a set of linearly uncorrelated variables called principal components and enables to extract spatial features that appear in data frequently. We focus on 20 most major principal components for each wavelength, and we also calculated the contribution ratios. As a result, it turned out that tilted streaky features are dominant both in low and middle latitudes. Considering that zonal winds have a latitudinal gradient and that a slow, poleward meridional circulation exists, cloud parcels are stretched obliquely while drifting from low latitudes to middle latitudes. Moreover, we found that SO_2 (283 nm) and the unknown UV absorber (365 nm) have spatial patterns similar to that of the cloud height (2.02 μm). It indicates that mechanisms that make the distribution of clouds and these chemical compounds in low latitudes are common. As unique patterns for a specific wavelength, it is worth noting that streaks in the north-south direction prevail in patterns of the cloud top temperature (10 μm). Considering that meridional bow-shaped structures are observed at this wavelength, it seems that these structures are appearing as the main principal component. Besides, the statistical approach could successfully extract streaky features from 10 μm as well, while we cannot recognize such features at this wavelength by our eyes because of apparent dominance of random, patchy features. In conclusion, we successfully extracted statistical spatial patterns

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

in Venus' clouds and enabled further discussions about physical properties corresponding to each wavelength more in detail.

キーワード：金星、主成分分析、画像
Keywords: Venus, Principal Component Analysis, Image

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Principal Components of UV Albedo Variability in Venus' Atmosphere as seen at 283 nm

*Pushkar Kopparla[1], Yeon Joo Lee[1], Takeshi Imamura[1], Atsushi Yamazaki[2]

1. GSFS, University of Tokyo, 2. ISAS, JAXA

We explore the dominant modes of variability in the observed albedo at the cloud tops of Venus using the Akatsuki UVI 283 nm observations over the period Dec 2016 to May 2018. The observations consist of images of the dayside of Venus, most often observed at intervals of 2 hours, but interspersed with longer gaps. The orbit of the spacecraft does not allow for continuous observation of the full dayside, and the unobserved regions cause significant gaps in the dataset. The missing data are interpolated and the dataset is then subjected to a principal component analysis (PCA) to find six oscillating patterns in the albedo. Some of the spatial patterns and the time scales of these modes correspond to well known physical processes in the atmosphere of Venus such as short period atmospheric waves and the overturning circulation, while others defy a simple explanation. We also a find a hemispheric mode that has not been identified before and discuss its implications.

Keywords: Venus atmosphere, Clouds, UV Observations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Active and inactive behaviors of the planetary-scale waves on Venus cloud top

*今井 正尭[1]、神山 徹[1]、高橋 幸弘[2]、堀之内 武[3]、今村 剛[4]、山崎 敦[5]、渡部 重十[6]、山田 学[7]、中村 正人[5]、佐藤 毅彦[5]
*Masataka Imai[1], Toru Kouyama[1], Yukihiro Takahashi[2], Takeshi Horinouchi[3], Takeshi Imamura[4], Atsushi Yamazaki[5], Shigeto Watanabe[6], Manabu Yamada[7], Masato Nakamura[5], Takehiko Satoh[5]

1. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所、2. 北海道大学 大学院理学院 宇宙理学専攻、3. 北海道大学 地球緩急化学研究所、4. 東京大学大学院 新領域創成科学研究科、5. 宇宙科学研究所、6. 北海道情報大学 宇宙情報センター、7. 千葉工業大学 惑星探査研究センター
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Department of Cosmosciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 4. Graduate School of Frontier Sciences, University of Tokyo, 5. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 6. Space Information Center, Hokkaido Information University, 7. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology

Planetary-scale waves on Venus cloud top cause periodical fluctuations in winds and also UV brightness. The candidates of these waves are 4-day Kelvin wave and 5-day Rossby wave of zonal wavenumber 1, however, their temporal evolutions are poorly understood. In this work, we conducted time-resolved periodical analysis in 365 nm brightness and cloud tracking wind fluctuations obtained by UVI onboard AKATUSKI Japanese Venus Climate Orbiter from January to September 2017, and we have revealed the dramatical evolution of planetary-scale waves and the dynamical connection between wave and planetary-scale UV features.

During the observation season, we could find prominent ~5-day periodicity in both wind and brightness fluctuations, whose phase velocity was slower than dayside mean zonal winds (or the super-rotation) by > 35 ms^{-1}. We succeeded to reconstruct the horizontal wind field related to the observed 5-day mode, and since planetary-scale vortices, whose the center existed ~35° latitudes, having large equatorial symmetric structures in the latitudinal direction were found, it can be a strong manifestation of the retrograde propagating Rossby wave. The observed Rossby wave subjected to temporal changes of enhancing and attenuating in the amplitude of wind fluctuations with ~100-day time scale. According to the temporal evolution of the Rossby wave, white cloud belts in 45° --60° latitudinal regions began rippling synchronously in both hemispheres. Moreover, the Rossby wave deformed the planetary-scale dark UV feature in the equatorial region, and that should be the reason for significant 5.1-day periodicity in brightness variation. Before the Rossby wave enhancement, weak 3.8-day periodical signals can be observed in zonal wind and brightness variations in the equatorial region. This is a suggestive prograde propagating Kelvin wave, and this might be the reason for the origin of dark clusters in the equatorial region.

While wave activities during the observation season from January to September 2017 were clear, significant periodical wind or brightness fluctuations were not always confirmed in the other observation seasons. In orther to investigate the reason for active and inactive behaviors in planetary-scale waves, we will compare seasons when significant planetary-scale waves were observed and they were not focusing on the connection with mean zonal wind speed, global UV albedo, and cloud top temperature.

キーワード：金星、あかつき、ロスビー波、ケルビン波
Keywords: Venus, AKATSUKI, Rossby wave, Kelvin wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

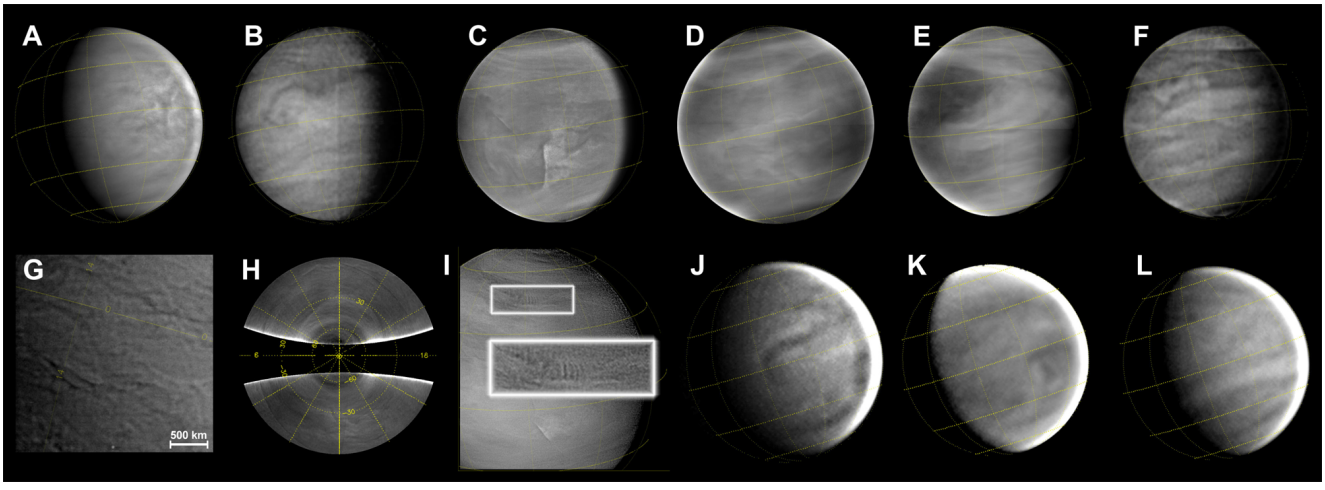
Long-term behaviour of the morphology and dynamics of Venus's middle clouds with Akatsuki/IR1.

*Javier Peralta[1], Naomoto Iwagami[2], Sánchez-Lavega Agustín[3], Yeon Joo Lee[4], Ricardo Hueso[3], Minori Narita[4], Takeshi Imamura[4], Phil Miles[5], Anthony Wesley[6], Emmanuel Kardasis[7], Seiko Takagi[8]

1. Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Sagamihara, Japan, 2. Tokyo 156-0044, Japan, 3. Escuela de Ingeniería de Bilbao, University of the Basque Country (UPV/EHU), Bilbao, Spain, 4. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, Japan, 5. Rubyvale QLD, Australia, 6. Astronomical Society of Australia, Australia, 7. Hellenic Amateur Astronomy Association, Greece, 8. Research and Information Center, Tokai University, Japan

The Venusian atmosphere is covered by clouds with super-rotating winds whose accelerating mechanism is still not well understood. Fastest wind speeds occur at the top of the clouds (about 70 km height), and they have been studied for decades thanks to their visual contrast in dayside ultraviolet images caused by the presence of a yet unknown absorber. The middle clouds (at about 50-55 km) can be observed using near-infrared wavelengths (800-950 nm) and they exhibit much weaker contrasts. Here we present the first long-term study of the dayside middle clouds of Venus at middle to low latitudes thanks to the combination of the full dataset of Akatsuki/IR1 images acquired at 900 nm during the year 2016 (A-I), complemented with observations of Venus with small telescopes and band-pass filters 1.0-1.1 μm and 884-900 nm (J-L). Thanks to the analysis of more than 1,000 images, we report the discovery of new cloud morphologies, like fast sharp discontinuities (C), elongated "hook-like" stripes (B,J) and a single case of mesoscale wave packet (I). Surprisingly, the albedo of Venus at 900 nm exhibit periodical hemispherical asymmetry (E-F), and clouds' contrasts varying from 3% to 21%. These contrasts are larger than reported in previous missions, and they are suggestive of important changes in the optical thickness of the clouds or they might imply the presence of a new atmospheric absorber at near-infrared wavelengths. Finally, we also present more than 500 wind measurements from IR1 images and —for the first time— with ground-based observations. The mean zonal winds are observed to peak at the equator, while the combination with data from Venus Express reveals long-term variations in the zonal winds of ˜20 m/s along 10 years.

Keywords: Venus, Atmosphere, Clouds, Atmospheric dynamics, Remote sensing



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)

Akatsuki, being in Venus orbit since December 2015, has acquired a volume of high-quality data, unveiled many new phenomena and is allowing researchers to investigate the underlying mechanisms. As the data accumulate, numerical models and theories are being advanced as well. We are no doubt living in the new golden era of Venus studies. This session invites papers of the new scientific results with Akatsuki data and the latest results of theoretical and numerical works. We expect participants of this session share the latest research results through presentations and discussion.

[PPS05-P01] New thermal infrared camera for fine horizontal brightness temperature structures at the cloud-top level of Venus

*Tetsuya Fukuhara[1]、Makoto Taguchi[1]、Takeshi Imamura[2]、Sanjay S Limaye[3] (1.Rikkyo University、2.The University of Tokyo、3.University of Wisconsin)

[PPS05-P02] Temperature and wind variations in Venusian mesosphere and lower thermosphere by mid-infrared heterodyne spectrometer in 2018

*高見 康介[1]、中川 広務[1]、佐川 英夫[2]、村田 功[1]、笠羽 康正[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻惑星大気物理学分野、2.京都産業大学大学院理学研究科物理学専攻)

[PPS05-P03] Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

*秋場 聖浩[1] (1.立教大学院理学研究所物理学専攻)

[PPS05-P04] あかつき中間赤外画像の積算による金星雲頂の定在構造と帯状構造の抽出

*福谷 貴一[1]、今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3] (1.東京大学、2.立教大学、3.産総研)

[PPS05-P05] Akatsuki's IR2 Nightside Photometry Restoration by Deconvolution

*Choon Wei Vun[1]、Takehiko Satoh[2,1]、Kevin McGouldrick[3]、Takeshi Horinouchi[4]、Takao M. Sato[5] (1.SOKENDAI、2.ISAS/JAXA、3.University of Colorado Boulder、4.Hokkaido University、5.Hokkaido Information University)

[PPS05-P06] Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

*佐藤 毅彦[1,2]、Vun Choon Wei[2]、佐藤 隆雄[3]、堀之内 武[4]、はしもと じょーじ[5]、McGouldrick Kevin[6] (1.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、2.総合研究大学院大学・宇宙科学専攻、3.北海道情報大学・経営情報学部、4.北海道大学・地球環境科学研究院 、5.岡山大学・理学部地球科学科、6.LASP, University of Colorado Boulder)

[PPS05-P07] あかつき搭載IR1から明らかにする金星雲の全球変動

*高木 聖子[1]、岩上 直幹、高橋 幸弘[1]、佐藤 光輝[1] (1.北海道大学大学院理学研究院)

[PPS05-P08] 対流モデルに向けた金星雲計算スキームの開発

*杉山 耕一朗[1]、福原 望[1]、小高 正嗣[2]、中島 健介[3]、石渡 正樹[2]、今村 剛[4]、林 祥介[5] (1.松江高専・情報、2.北大・理・宇宙、3.九大・理・地惑、4.東大・新領域創成科学、5.神戸大・理・地惑)

[PPS05-P09] 放射伝達を陽に考慮した金星大気大循環モデルで見られる東西平均構造
★招待講演

*林 祥介[1]、塩尻 千里[1]、樫村 博基[1]、高橋 芳幸[1] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）)

[PPS05-P10] 電波掩蔽による金星大気温度データからの重力波の波束の抽出

*森 亮太[1]、今村 剛[1]、Javier Peralta[2] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PPS05-P11] **Status of lightning hunt in Venus with Akatsuki/LAC and Pirka telescope**

*高橋 幸弘[1,2]、佐藤 光輝[1,2]、今井 正尭[3]、Lorenz Ralph[4]、高木 聖子[1,2]、大野 辰遼[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻、2.北海道大学・大学院理学研究院、3.産業技術総合研究所、4.ジョンズホプキンズ大学応用物理研究所)

[PPS05-P12] **Possibility of electric discharge in the Venusian atmosphere due to the super-rotation of clouds**

*Adhithiyan Neduncheran[1]、Ugur Guven[1,2]、Ananyo Bhattacharya[3] (1.University of Petroleum and Energy Studies, India、2.United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific、3.Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India)

New thermal infrared camera for fine horizontal brightness temperature structures at the cloud-top level of Venus

*Tetsuya Fukuhara[1], Makoto Taguchi[1], Takeshi Imamura[2], Sanjay S Limaye[3]

1. Rikkyo University, 2. The University of Tokyo, 3. University of Wisconsin

The Longwave Infrared Camera (LIR), which is an uncooled microbolometer camera, is currently acquiring thermal infrared images (8-12 μm) of Venus and depicting the cloud-top brightness temperatures from Akatsuki orbiter around Venus since December 2015. The outstanding result of LIR has been the discovery of an interhemispheric bow-shaped structure meridionally stretching 10,000 km across the equator at the Venus cloud-top. Over several days of observations, the bow-shaped structure remains relatively fixed in position above the highland on the slowly rotating surface, despite the background atmospheric super rotation at ~100 m/s. We infer that the bow-shaped structure is the result of an atmospheric gravity wave generated in the lower atmosphere by mountain topography that then propagated upwards [1]. This indicates that the horizontal temperature distribution seen at the cloud-top level represents not only direct physical property at the cloud-top but also influence of dynamics in the lower atmosphere. In fact, preliminary observation of LIR has detected fine structure (~100 km) in temperature distribution from close-up observations near the periapsis. We suggest that this may be caused by the upward propagation of a gravity wave, which is generated by the convection layer at ~40 km altitude. However, the spatial resolution of LIR seems insufficient to understand the origins of such a fine structure. We need better observations at higher spatial resolution than possible from LIR in Akatsuki’s orbit.

We propose that a future Venus orbiter carries an updated version of the uncooled microbolometer camera (BOL) with 1024x768 pixels and angular resolution of ~0.01 deg/pixel to detect fine temperature structure on the cloud-tops. When the orbiter is typically injected to a high-inclined elliptical orbit with altitude of 500-50,000 km, BOL provides a spatial resolution of 8.5 km at apoapsis and 0.08 km at periapsis, respectively. It will be enough to observe the fine temperature structure at the cloud-top. Further, BOL will capture the fine temperature structure at polar region near the “eye” of the hemispheric vortex situated over the poles, where the horizontal temperature varies drastically near the Venus cloud-tops. VIRTIS instrument on Venus Express orbiter showed complex structures at near infrared wavelengths [2]. Akatsuki from its near equatorial elliptical orbit cannot observe the fine structure in polar regions.

During 2012-2014, we developed an uncooled micro-bolometer array (UMBA) camera for the 50 kg class Earth observing satellite based on the experience of LIR development [3]. The camera with the pixel size of 640 ×480 was launched in 2014 and successfully detect a small wildfire which was main observation target for the mission. The results showed that its performance was better than expected. Furthermore, the newest UMBA camera with the pixel size increased to 1024 ×768 has been developed for the next wildfire mission to take finer spatial resolution image with ~0.01 deg/pixel. Unfortunately, this camera has lost the launch opportunity. However, the flight-model has been assembled and has passed function tests. Since BOL does not need heavy cryogenic systems, its mass and size are less than ~1 kg and 100 mm x 100 mm x 120 mm, respectively; it would be a relatively small mass increment for the future Venus mission.

References

[1] Fukuhara, T., et al., 2017, Large stationary gravity wave in the atmosphere of Venus, Nature Geoscience, Vol. 10, 85–88.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[2] Garate-Lopez, I., et al., 2015, Atmospheric dynamics at the southern pole of Venus: Three-dimensional winds, temperature and vorticity, AGU Fall Meeting Abstracts, 23.
[3] Fukuhara, T., et al., 2017, Detection of small wildfire by thermal infrared camera with the uncooled microbolometer array for 50 kg class satellite, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2017, Vol. 55, No. 8, 4314-4324

Keywords: Venus, atmosphere, Akatsuki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temperature and wind variations in Venusian mesosphere and lower thermosphere by mid-infrared heterodyne spectrometer in 2018

*高見 康介[1]、中川 広務[1]、佐川 英夫[2]、村田 功[1]、笠羽 康正[1]
*Kosuke Takami[1], Hiromu Nakagawa[1], Hideo Sagawa[2], Isao Murata[1], Yasumasa Kasaba[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻惑星大気物理学分野、2. 京都産業大学大学院理学研究科物理学専攻
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Division of Science, Kyoto Sangyo University

The most extensive observations of Venusian mesosphere have been performed by Venus Express (VEX) up to 2014 (e.g., Patzold et al., 2007; Mahieux et al., 2015). These observations have found the highly spatial and temporal variations in the thermal structure. The temperature discrepancies between observations by VEX/SOIR and general circulation models in the altitude of 80 - 100 km have not been properly interpreted (Bougher et al., 2015; Gilli et al., 2017). In addition, the mesospheric dynamics located between retrograde superrotational zonal wind (cloud deck) and subsolar-to-antisolar flow (above 120 km altitude) have not been well understood due to lack of observations. On the other hand, the lower thermosphere has been observed by mid-infrared heterodyne spectrometer (MIR-HS). Temperature in this region varied extensively between 140 K and 240 K, and wind velocity changed intensely from 130 m/s to 190 m/s for a terrestrial day (Sornig et al., 2013; Krause et al., 2018). Temperature and wind variations such as periodicity and locality in Venusian mesosphere and lower thermosphere have not been comprehended. The purpose of our observations is to solve it with continuous observations by MIR-HS.
Our Mid-Infrared Laser Heterodyne Instrument (MILAHI) have been inserted to Tohoku 60 cm telescope located the summit of Mt. Haleakala in Maui, Hawaii (Nakagawa et al., 2016). MILAHI has 10 um CO_2 laser as local oscillator. The field of view is 4 arcsec with 60 cm telescope and in the wavelength of 10 um. MIR-HS can retrieve temperature and wind in different altitude between dayside observations and nightside observations. CO_2 emerge non-local thermodynamic equilibrium emission from 100 –120 km altitude in dayside (Lopez-Valverde et al., 2011). Temperature and wind are derived from Doppler width and Doppler shift of the emission spectra, respectively. In nightside, CO_2 in the mesosphere absorbs background radiation from the cloud deck. Temperature profile and wind are retrieved from this absorption spectra with radiative transfer equation and inverse method of AMATERASU developed in National Institute of Information and Communications Technology.
Dayside observations were conducted between 24th and 27th in June, 2018. Apparent diameter was 15 arcsec and apparent dayside was half of the disk in this term. Observed points were North, South, disk center, and equator with integration times of 30 - 55 minutes. Each observed point gave different temperature variation feature. Temperature variation range was 170 - 220 K in agreement with Sonnabend et al. (2010). Temperature distribution showed both latitudinal dependence in 25th and convergence at 200 K in 26th.
Nightside observations were conducted from 11th to 13th, 19th, and 20th in November, 2018. Apparent diameter of Venus changed between 55.4 and 49.4 arcsec after inferior conjunction. We observed equator with three days, north 33 degree and south 33 degree for diurnal and latitudinal variations with integration times of 80 - 130 minutes. The observed spectra in the unit of relative intensity are under conversion because the retrieval with AMATERASU is necessary to use absolute radiation. We will show retrieved temperature profile and wind velocity at this presentation.

キーワード：金星、中間圏、中間赤外分光
Keywords: Venus, Mesosphere, mid-infrared spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

*秋場 聖浩[1]
*Masahiro Akiba[1]

1. 立教大学院理学研究所物理学専攻
1. Rikkyo University

Brightness temperature of the Venus disk obtained by Longwave Infrared Camera (LIR) onboard Akatuski shows clear limb darkening in the low and middle latitudes. Limb darkening is an apparent temperature decrease from the center to the limb of the Venus disk. It is caused by thermal and radiative characteristics that the sensing altitude of LIR increases as an emission angle, which is a zenith angle of direction of emission from the Venus atmosphere to the sensor, increases and that the atmospheric temperature monotonically decreases with altitude. In higher latitudes limb brightening is observed, because an inversion layer exists at the cloud-top altitudes in higher latitudes. In other word a profile of the limb darkening reflects vertical distributions of atmospheric temperature and optical thickness of cloud particles. Taylor et al. [1980] presented local time dependence of limb darkening using brightness temperature data obtained by the Pioneer Venus orbiter, but did not mention its physical mechanism. In this study brightness temperature distributions obtained by LIR when Akatsuki was in the altitude range from 60,000 to 100,000 km during the period from October 19, 2016 to July 17, 2018 were analyzed to investigate temperature and cloud particle property at the cloud-tops. Each brightness temperature image with 328 x 248 pixels was divided into 3280 x 2480 sub-pixels, and 32 successive images were accumulated after precise adjustment of the Venus disk position to improve S/N. Brightness temperature profiles as a function of the emission angle were derived for 24 local time zones and 9 zonal belts with a latitudinal width of 10˚ within ±45˚. A degree of limb darkening and a brightness temperature at the disk center were determined by least-square function fitting. As a result, the degree of limb darkening shows a clear semi-diurnal variation, and is the strongest at 11h and 22h and the weakest at 7h and 18h in local time. The amplitude of semi-diurnal variation peaks at the equator, whereas its phase seems constant in all latitudes. The temperature at the disk center also shows a semi-diurnal variation with a phase shift of approximately two hours earlier than the phase of the degree of limb darkening and a slight diurnal variation in higher latitudes. These semi-diurnal and diurnal components observed by LIR are consistent with the past observation of thermal tides in the Venus atmosphere by VENERA 15 [Zasova et al., 2007]. The physical mechanism of the semi-diurnal and diurnal thermal tide components seen in the degree of limb darkening and cloud-top temperature will be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

Masahiro Akiba, Tetsuya Fukuhara, and Makoto Taguchi
Rikkyo University

Brightness temperature of the Venus disk obtained by Longwave Infrared Camera (LIR) onboard Akatuski shows clear limb darkening in the low and middle latitudes. Limb darkening is an apparent temperature decrease from the center to the limb of the Venus disk. It is caused by thermal and radiative characteristics that the sensing altitude of LIR increases as an emission angle, which is a zenith angle of direction of emission from the Venus atmosphere to the sensor, increases and that the atmospheric temperature monotonically decreases with altitude. In higher latitudes limb brightening is observed, because an inversion layer exists at the cloud-top altitudes in higher latitudes. In other word a profile of the limb darkening reflects vertical distributions of atmospheric temperature and optical thickness of cloud particles. Taylor et al. [1980] presented local time dependence of limb darkening using brightness temperature data obtained by the Pioneer Venus orbiter, but did not mention its physical mechanism. In this study brightness temperature distributions obtained by LIR when Akatsuki was in the altitude range from 60,000 to 100,000 km during the period from October 19, 2016 to July 17, 2018 were analyzed to investigate temperature and cloud particle property at the cloud-tops. Each brightness temperature image with 328 x 248 pixels was divided into 3280 x 2480 sub-pixels, and 32 successive images were accumulated after precise adjustment of the Venus disk position to improve S/N. Brightness temperature profiles as a function of the emission angle were derived for 24 local time zones and 9 zonal belts with a latitudinal width of 10° within ±45°. A degree of limb darkening and a brightness temperature at the disk center were determined by least-square function fitting. As a result, the degree of limb darkening shows a clear semi-diurnal variation, and is the strongest at 11h and 22h and the weakest at 7h and 18h in local time. The amplitude of semi-diurnal variation peaks at the equator, whereas its phase seems constant in all latitudes. The temperature at the disk center also shows a semi-diurnal variation with a phase shift of approximately two hours earlier than the phase of the degree of limb darkening and a slight diurnal variation in higher latitudes. These semi-diurnal and diurnal components observed by LIR are consistent with the past observation of thermal tides in the Venus atmosphere by VENERA 15 [Zasova et al., 2007]. The physical mechanism of the semi-diurnal and diurnal thermal tide components seen in the degree of limb darkening and cloud-top temperature will be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

あかつき中間赤外画像の積算による金星雲頂の定在構造と帯状構造の抽出
Stationary wavy features and Banded structures at Venusian cloud top extracted by averaging multiple LIR images

*福谷 貴一[1]、今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3]
*Kiichi Fukuya[1], Takeshi Imamura[1], Makoto Taguchi[2], Tetsuya Fukuhara[2], Toru Kouyama[3]

1. 東京大学、2. 立教大学、3. 産総研
1. Univ. of Tokyo, 2. Rikkyo Univ., 3. AIST

Venus’ cloud-top temperature distribution is now continuously mapped by LIR (Long-wave Infrared camera) mounted on the Venus orbiter Akatsuki. Fukuhara et al. (2017) analyzed LIR data and reported the existence of bow-shaped structures extending over 10,000 km in the north-south direction. The features are fixed in position without flowing with the super-rotation and appear above highlands with altitudes higher than 3 km. It was suggested based on a comparison with numerical simulations that the features are gravity waves generated by near-surface flows impinging on mountains. Kouyama et al. (2017) observed stationary features over 4 Venus days and revealed that the features tend to occur in the local afternoon. Gravity waves, whose restoring force is buoyancy, transport horizontal momentum in the vertical direction and accelerate or decelerate the background wind when they dissipate. Therefore, stationary gravity waves influence the general circulation of the atmosphere. In order to estimate the influence, it is essential to reveal the spatial and temporal distributions of gravity waves.
In the previous studies using LIR data, only planetary-scale stationary features have been investigated. On the other hand, Peralta et al. (2017) analyzed the data taken by VIRTIS onboard Venus Express, and reported the existence of many small-scale stationary features; however, VIRTIS can observe the night side only, and the observations were confined to the high latitude of the southern hemisphere because of the geometry of the orbit. Therefore, we intend to investigate with a new analysis method the topographical and local time dependency of small-scale, weak stationary features by using LIR data, which can observe all latitude regions at any local time. Though the S/N ratio of LIR is lower than VIRTIS, averaging of multiple images can suppress noises and at the same time emphasize stationary patterns. By using this method, small-scale, stationary wave trains were newly found above relatively-low topographic rises with altitudes of 1-3 km. In addition to stationary features, zonally-elongated banded structures were also found in averaged LIR images. Such structures have once been detected in LIR images taken during Akatsuki’s Venus flyby in 2010 (Taguchi et al., 2012); the new analysis confirmed that banded structures are ubiquitous at the cloud top. The orientations of the banded structures are different from those of dark streaks found in ultraviolet images.

キーワード：地形性重力波、金星、あかつき
Keywords: Stationary gravity waves, Venus, Akatsuki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Akatsuki's IR2 Nightside Photometry Restoration by Deconvolution

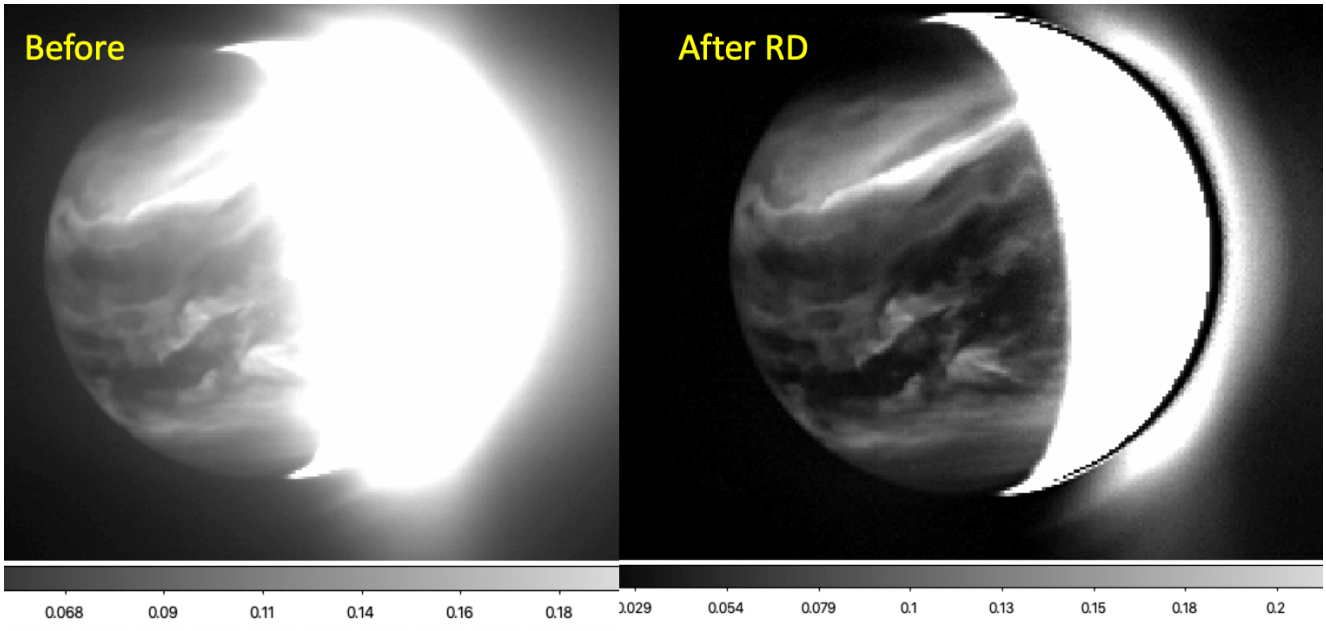
*Choon Wei Vun[1], Takehiko Satoh[2,1], Kevin McGouldrick[3], Takeshi Horinouchi[4], Takao M. Sato[5]

1. SOKENDAI, 2. ISAS/JAXA, 3. University of Colorado Boulder, 4. Hokkaido University, 5. Hokkaido Information University

Akatsuki’ s IR2 camera captures images of Venus at different filters: 1.735um, 2.26um, and 2.32um. At near-dawn/dusk views (phase angles ~90 to 115 degree) of these images, the nightside photometry is contaminated by the intense dayside reflectance. As the potential well of a pixel is overfilled with incoming generated photoelectrons, the pixel is saturated and hence no longer contain information. This saturation can occur in the dayside and nightside near the terminator.
Owing to the saturation problem, main task of the restoration process is thus to simulate both day and night sides to replace the information loss in saturation. Point spread function (PSF) of the IR2 camera was modeled using Moffat function with observation of experimental image taken of point source street light before launch. Then, deconvolution by model-PSF can restore the nightside photometry of unsaturated pixels. Dayside reflectance was modeled with Lambert’ s law, where its distribution is multiplied by an F factor (W m^{-2} sr^{-1} um^{-1}). Methods of finding the F factor will be shown.
We present our Restoration by Deconvolution (RD) results of the selected dates. The restored images were limb darkening corrected. Efficiency of RD can be restored to ~0.005 sigma in standard deviation accuracy when performed on synthetic image with known answer image.
Correlation plot of unsaturated nightside radiances between two filters (2.26mm and 1.735mm) were produced to extract possible ‘branch’ phenomena. The branching in the correlation plot indicates the differences in optical depths of different particle size modes [1].
Restoration of nightside pixels also opens up the opportunity to study the cloud dynamics transiting from the dayside into the nightside. Moreover, interesting cloud features such as vortices, instabilities, and streaks are more distinct in recovered images. This in overall opens up new window to understanding the evolution of cloud motion in the middle layer.
References: [1] Carlson R.W. et al. (1993) *Planet. Space Sci., 41,* No. 7, 477-485. [2] Grinspoon D.H. et al. (1993) *Planet. Spce Sci, 41,* No. 7, 515-542. [3] Nakamura M. et al. (2011)*Earth, Planets and Space, 63,* 443-457. [4] Satoh T. et al. (2016) *Earth, Planets and Space 68:74*. [5] Satoh T. et al. (2017) *Earth, Planets and Space 69:154.* [6] Wilson C.F. et al. (2008) *JGR, 113,* E00B13

Keywords: Venus, atmosphere, image restoration, infrared

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

*佐藤 毅彦[1,2]、Vun Choon Wei[2]、佐藤 隆雄[3]、堀之内 武[4]、はしもと じょーじ[5]、McGouldrick Kevin[6]
*Takehiko Satoh[1,2], Choon Wei Vun[2], Takao M. Sato[3], Takeshi Horinouchi[4], George HASHIMOTO[5], Kevin McGouldrick[6]

1. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、2. 総合研究大学院大学・宇宙科学専攻、3. 北海道情報大学・経営情報学部、4. 北海道大学・地球環境科学研究院 、5. 岡山大学・理学部地球科学科、6. LASP, University of Colorado Boulder
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Department of Space Science, SOKENDAI, 3. Department of Business and Information Systems, Hokkaido Information University, 4. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 5. Department of Earth Science, Okayama University, 6. LASP, University of Colorado Boulder

Night-side observations in transparency windows of CO_2 atmosphere of Venus allow visualizing inhomogeneous clouds in ~50 to ~60 km altitudes. The IR2 camera on board Akatsuki captured such images at 1.735, 2.26, and 2.32 um wavelengths. In the IR2 night-side data, an enormous cloud of greater opacity and very sharp edge in the front (western end) is seen repeatedly. This feature seems to encircle the planet with a period of ~4.5 days (Peralta).

Although interesting, property of particles in this feature was not studied before due to difficulty of photometric measurements in IR2 night-side data. This difficulty comes from a combination of the intense day crescent and extended tail of IR2 point-spread function (multiple reflection in the detector is the cause). We have developed a technique to restore the contrast of the night-side data by deconvolution so that the photometric studies can be done with IR2 night-side data.

The data acquired on 18th and 27th August 2016 are analyzed. We have performed a series of radiative transfer computations to reproduce both 1.735- and 2.26-um opacities in this enormous cloud. Properties of the cloud partices will be presented and possible mechanism of this remarkable phenomenon will be discussed.

キーワード：あかつきIR2、金星夜面、雲濃度
Keywords: Akatsuki IR2, Venus night-side, Cloud opacity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

あかつき搭載IR1から明らかにする金星雲の全球変動
The global variation of Venus cloud obtained from IR1 camera onboard AKATSUKI

*高木 聖子[1]、岩上 直幹、高橋 幸弘[1]、佐藤 光輝[1]
*Seiko Takagi[1], Naomoto Iwagami, Yukihiro Takahashi[1], Mitsuteru Sato[1]

1. 北海道大学大学院理学研究院
1. Hokkaido University, Graduate School of Science

金星は地球とほぼ同じ大きさ・密度を持ち、太陽系形成時には互いに似た惑星として誕生したと考えられているが、90気圧もの二酸化炭素大気や全球を一様に覆う硫酸雲の存在など地球とは全く異なる様相を見せる。
金星探査機あかつき(JAXA)は、2015年12月に金星周回軌道投入に成功した。あかつきは複数波長による撮像観測を行い、金星気象の3次元的理解を目指す。搭載された近赤外カメラIR1は、軌道投入後約1年間、近赤外波長0.90 umにおける金星昼面撮像を行った。大気の窓領域である近赤外波長を用いた金星昼面撮像観測では、雲の光学的厚さの増減を金星表面のコントラストとしてとらえることができる[Takagi and Iwagami. 2011]。木星探査機Galileo/SSI (NASA)により得られた金星昼面近赤外画像(0.986 um)では、金星表面のコントラストはわずか3 %と示されている[Belton et al., 1991]が、IR1はかつて木星探査機Galileo/SSIが得たものと整合的な昼面画像を多数取得している。本研究では、IR1が取得した0.90 um昼面画像から雲の変動傾向を全球的に知る。合わせてVenus Express(ESA)搭載赤外分光計SOIRから得られた金星高高度の雲情報[Takagi et al. in rev.]を反映した放射輸送計算を近赤外波長において実行し、雲変動に寄与する金星の気象変化について考察する。さらに北海道大学が所有するピリカ望遠鏡を用いた同波長領域における観測計画を紹介する。

キーワード：金星、雲、近赤外
Keywords: Venus, cloud, near infrared

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

対流モデルに向けた金星雲計算スキームの開発
Development of a Venus' cloud formation scheme for a convection resolving model

*杉山 耕一朗[1]、福原 望[1]、小高 正嗣[2]、中島 健介[3]、石渡 正樹[2]、今村 剛[4]、林 祥介[5]
*Ko-ichiro SUGIYAMA[1], Nozomu Fukuhara[1], Masatsugu Odaka[2], Kensuke Nakajima[3], Masaki Ishiwatari[2], Takeshi Imamura[4], Yoshi-Yuki Hayashi[5]

1. 松江高専・情報、2. 北大・理・宇宙、3. 九大・理・地惑、4. 東大・新領域創成科学、5. 神戸大・理・地惑
1. National Institute of Technology, Matsue College, 2. Department of Cosmoscience, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences,Flculty of Sciences,Kyushu University, 4. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 5. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University / Center for Planetary Science (CPS)

Although convection has been suggested to occur in the lower part of Venus' cloud layer by some observational evidences, its structure remains to be clarified. In the previous studies, Baker et al. (1998, 2000), Imamura et al. (2014), and Lefevre et al. (2017) try to simulate Venus' cloud-level convection, but their models they utilized do not consider cloud formation process. Our purpose is to develop new cloud formation scheme and to perform numerical simulation using the scheme in order to investigate a possible structure of Venus' cloud-level convection and clouds distribution.

Our cloud formation scheme is based on Imamura and Hashimoto (1998). The number densities of sulfuric acid (H2SO4) and water (H2O) in the gas and liquid phases are calculated. Sedimentation of H2SO4-H2O solution droplets and chemical reactions of sulfuric acid are also considered. The scheme is implemented into our convection resolving model developed by Sugiyama et al. (2009). The model is based on the quasi-compressible system (Klemp and Wilhelmson, 1978), and is used in the simulations of the atmospheric convections of Jupiter (Sugiyama et al., 2011, 2014) and Mars (Yamashita et al. 2017).

In our poster, we will show the details of our cloud formation scheme and demonstrate some results of our calculation using similar settings of Imamura et al. (2014).

キーワード：金星大気、対流、雲形成、数値計算
Keywords: Venus atmosphere, convection, cloud formation, numerical modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

放射伝達を陽に考慮した金星大気大循環モデルで見られる東西平均構造
Zonal mean structure of Venus atmosphere observed in a Venus general circulation model with explicit radiative transfer

*林 祥介[1]、塩尻 千里[1]、樫村 博基[1]、高橋 芳幸[1]
*Yoshi-Yuki Hayashi[1], Chisato Shiojiri[1], Hiroki Kashimura[1], Yoshiyuki O. Takahashi[1]

1. 神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）
1. Department of Planetology/CPS, Graduate School of Science, Kobe University

金星大気の東西平均東西風は他の惑星大気にはない特徴を示している。ほぼすべての緯度において超回転状態にあり、スーパーローテーションと呼ばれる。数値計算や地上観測による数多くの研究がこの特徴を説明するべく試みられてきたが、2010年代になって遂に、Lebonnois et al. (2010) や Ikeda (2010) は、放射伝達を陽に計算することによりスーパーローテーションを表現することに成功した。これらは、放射過程をニュートン冷却によって代替えさせていたそれ以前の数値モデルとは一線を画すモデルである。

一方、我々は多様な惑星大気を包括的に扱うことのできる大気大循環モデルの開発を進めてきており、その一環として、今回、分厚いCO_2大気を持つ大気のための大循環放射伝達計算を実現するパラメタを用意した。ここでは, 我々が決めた放射パラメタを金星大気の場合に応用してその大循環を計算し、放射伝達を陽に計算した先行研究との比較を行う。

我々が用いる大気大循環モデルは DCPAM (http://www.gfd-dennou.org/library/dcpam/) である。DCPAMはプリミティブ方程式系を力学モデルとして用いており、これをスペクトル法によって解いている。物理過程としては放射過程、乱流混合過程を含み、地表面温度の計算においては地中熱伝導も計算する。放射パラメタは相関k-分布法を用いて導出、計算された放射フラックスは観測された放射フラックスとよく一致することを確認している。大気大循環計算においては、表面地形の有り無しの二種類の数値実験を行った。用いた分解能は T15L52, 格子点でいえば 48 x 24 であり、鉛直 52 層を有している。初期条件はどちらの実験も静止、温度分布は水平一様の VIRA 鉛直温度分布とした。金星の日変化は考慮したが、年変化は考慮していない（自転軸傾斜角はゼロ）。数値積分は 150000 地球日実行した。

100000地球日程度の積分によりエネルギーの時間変化で見るとほぼ統計的に平衡な状態に達する。この統計的な定常状態では , 地形有り無しどちらの実験でも、現実の金星大気東西風速強度の約半分、およそ 50 m/s 程度の超回転風速が雲層の中低緯度領域に見られた。

平均子午面循環は両半球にわたる大きな直接循環で構成されていた。地表面地形無し実験では、この子午面直接循環は、低緯度地表面付近に見られる逆循環を除き、地表面からモデルトップまで覆っていた。一方、地表面有り実験では雲層下部付近に逆循環が存在し、子午面循環は上下に分断される構造をなしていた。その他の逆循環としては、高緯度雲層付近の逆循環と、地形無し実験で見られた赤道域雲層以下の複数の高度領域に見らえる逆循環群である。

発表では、モデルで得られた東西平均構造と東西角運動流収支の解析結果を示す予定である。

キーワード：金星、惑星大気、大気大循環モデル、放射伝達計算
Keywords: Venus, planetary atmosphere, general circulation model, explicit calculation of radiative transfer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電波掩蔽による金星大気温度データからの重力波の波束の抽出
Gravity wave packets detected in radio occultation temperature profiles of the Venus atmosphere

*森 亮太[1]、今村 剛[1]、Javier Peralta[2]
*Ryota Mori[1], Takeshi Imamura[1], Javier Peralta[2]

1. 東京大学、2. 宇宙航空研究開発機構
1. The University of Tokyo, 2. Japan Aerospace Exploration Agency

金星探査機「あかつき」の電波掩蔽観測により2016年から現在に至るまで大気温度の高度分布が得られている。電波掩蔽観測は、探査機から送信される電波が惑星大気を通過して屈折したのち地球の受信局に届く機会を利用して、大気の屈折率の変化を地上での受信周波数の変化として捉える手法であり、屈折率の高度分布から気圧や気温を導出することが出来る。こうして得られる気温分布には様々な大気擾乱に起因する変動が観測される。ここでは、大気大循環の駆動において重要な役割を持つと考えられる大気重力波に注目する。

重力波は大気中の浮力を復元力とする小規模な波動である。重力波は運動量を鉛直方向に運ぶ働きがあり、散逸に際して背景大気に運動量を受け渡すことにより、平均風の加減速をもたらす。金星においては高速帯状風の全球的な構造に影響を与えていることが予想されている。しかし、重力波は空間スケールが小さく、周期が比較的短いという性質があるために、その空間構造を観測で捉えることが難しい。これまでに、重力波に伴うと考えられる短鉛直波長の温度擾乱の振幅の緯度-高度分布などが調べられてきたが、卓越する波長や高度方向の拡がりについては分かっていなかった。

そこで、本研究では、ウェーブレット解析を鉛直温度分布に適用し、空間的に局在した温度擾乱を抽出する。今までは、温度データにフーリエ変換を適用した研究はあるが、フーリエ変換は無限に続く波を仮定としており、空間的に局在した波束の特徴を取り出すのには適切ではない。ウェーブレット解析はそのような有限区間の波に関して周期や振幅を得たい時に有効である。本発表では電波ホログラフィという方法で従来より高い高度分解能で得られた温度データに対してウェーブレット解析を適用した結果を報告する。また、得られた結果から、大気重力波の波束の長さや高度分布などに関係も報告する。

キーワード：あかつき、大気重力波、電波掩蔽観測
Keywords: Akatsuki, Gravity wave in the atmosphere, The radio occultation experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Status of lightning hunt in Venus with Akatsuki/LAC and Pirka telescope

*高橋 幸弘[1,2]、佐藤 光輝[1,2]、今井 正尭[3]、Lorenz Ralph[4]、高木 聖子[1,2]、大野 辰遼[1]
*Yukihiro Takahashi[1,2], Mitsuteru Sato[1,2], Masataka Imai[3], Ralph Lorenz[4], Seiko Takagi[1,2], Ono Tatsuharu[1]

1. 北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻、2. 北海道大学・大学院理学研究院、3. 産業技術総合研究所、4. ジョンズホプキンズ大学応用物理研究所
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology,, 4. Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University

The existence of lightning discharge in Venus has been controversial for three decades, which might be attributed to the luck of conclusive observational evidence. There had been no satellite payload intentionally designed for the detection of lightning phenomena using radio wave or optical sensor. LAC, lightning and airglow camera, on board Akatsuki spacecraft, is the first sensor optimized for the lightning optical flash measurement in planets other than the Earth. It is expected that LAC could conclude this 30-year discussion on the existence of lightning in Venus. Unique performance of LAC compared to other equipment used in the previous exploration of Venus is the high-speed sampling rate at 20 kHz with 32 pixels of Avalanche Photo Diode (APD) matrix, enabling us to distinguish the natural optical lightning flash from other pulsing noises, including artificial electrical noise and cosmic rays. We selected OI 777 nm line for lightning detection, which is expected to be the most prominent emission in CO2-dominant atmosphere based on the laboratory experiments.

The triggering parameter was set so as to optimize for the light curve similar to the normal lightning in the Earth and data obtained totally for about 4 hours were examined. However, we couldn’t find any lightning signals. Adding to this triggering parameter set, we added one more parameter set, optimized for sprite type emission with duration of up to 10s of ms. Furthermore, in order to investigate fainter emissions, we are now conducting successive force triggering recordings without any threshold, achieving 5 times better sensitivity than the intensity of 1 digital unit at best.

The total coverage of the LAC lightning hunt became 81.6 [million km2-hr], meaning 81 percent detectability of previous results with ground-based telescope by Hansell et al. (1995). Here we report the detailed strategy and the latest status of the LAC observation in 2018, and discuss the future observation plan.

Also we will make ground observation with a high-speed photometer installed at Pirka telescope, a 1.6-m reflector deployed by Hokkaido University. Here we report the initial results of lightning flash observation with it.

キーワード：雷、金星、あかつき、ピリカ望遠鏡
Keywords: lightning, Venus, Akatsuki, Pirka telescope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possibility of electric discharge in the Venusian atmosphere due to the super-rotation of clouds

*Adhithiyan Neduncheran[1], Ugur Guven[1,2], Ananyo Bhattacharya[3]

1. University of Petroleum and Energy Studies, India, 2. United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific, 3. Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India

Several evidences of electromagnetic bursts were measured by various landers and orbiters studying Venus atmosphere (Venera landers, Venus Express and the Pioneer Venus Orbiter). The electromagnetic bursts that are taking place in the cloud region in the form of lightning or fluorescence might be a result of momentum transfer, solar convection and charge dispersion in the clouds of Venus. While the lightning in Earth takes place mostly in the equatorial region, in case of Venus it is possible for lightning to occur in the polar regions, considering the kinetic energy transfer and the formation of dipoles in both hemispheres of Venus. The meridional and zonal flows can interact and cause the charge separation which possibly lead to electromagnetic bursts in different spectrum and in different regions in Venus. In labs, it is observed that SO2 emissions in UV region cause fluorescence which is one of the major phenomena taking place in the cloud tops. Based on the photochemical model published by *Krasnopolsky 2011(*doi:10.1016/j.icarus.2011.11.012) and the principle of refraction, we present the possibility of lightning/fluorescence phenomena being caused by the super-rotation of the clouds in the Venusian atmosphere.

Keywords: Venus , Super-rotation, lightning, electric discharge, atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-PS05] Recent advances of Venus science

コンビーナ:佐藤 毅彦(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)、堀之内 武(北海道大学地球環境科学研究院)、山本 勝(九州大学応用力学研究所)、Kevin McGouldrick(University of Colorado Boulder)

Akatsuki, being in Venus orbit since December 2015, has acquired a volume of high-quality data, unveiled many new phenomena and is allowing researchers to investigate the underlying mechanisms. As the data accumulate, numerical models and theories are being advanced as well. We are no doubt living in the new golden era of Venus studies. This session invites papers of the new scientific results with Akatsuki data and the latest results of theoretical and numerical works. We expect participants of this session share the latest research results through presentations and discussion.

[PPS05-P01] New thermal infrared camera for fine horizontal brightness temperature structures at the cloud-top level of Venus

*Tetsuya Fukuhara[1]、Makoto Taguchi[1]、Takeshi Imamura[2]、Sanjay S Limaye[3] (1.Rikkyo University、2.The University of Tokyo、3.University of Wisconsin)

[PPS05-P02] Temperature and wind variations in Venusian mesosphere and lower thermosphere by mid-infrared heterodyne spectrometer in 2018

*高見 康介[1]、中川 広務[1]、佐川 英夫[2]、村田 功[1]、笠羽 康正[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻惑星大気物理学分野、2.京都産業大学大学院理学研究科物理学専攻)

[PPS05-P03] Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

*秋場 聖浩[1] (1.立教大学院理学研究所物理学専攻)

[PPS05-P04] あかつき中間赤外画像の積算による金星雲頂の定在構造と帯状構造の抽出

*福谷 貴一[1]、今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3] (1.東京大学、2.立教大学、3.産総研)

[PPS05-P05] Akatsuki's IR2 Nightside Photometry Restoration by Deconvolution

*Choon Wei Vun[1]、Takehiko Satoh[2,1]、Kevin McGouldrick[3]、Takeshi Horinouchi[4]、Takao M. Sato[5] (1.SOKENDAI、2.ISAS/JAXA、3.University of Colorado Boulder、4.Hokkaido University、5.Hokkaido Information University)

[PPS05-P06] Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

*佐藤 毅彦[1,2]、Vun Choon Wei[2]、佐藤 隆雄[3]、堀之内 武[4]、はしもと じょーじ[5]、McGouldrick Kevin[6] (1.宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、2.総合研究大学院大学・宇宙科学専攻、3.北海道情報大学・経営情報学部、4.北海道大学・地球環境科学研究院 、5.岡山大学・理学部地球科学科、6.LASP, University of Colorado Boulder)

[PPS05-P07] あかつき搭載IR1から明らかにする金星雲の全球変動

*高木 聖子[1]、岩上 直幹、高橋 幸弘[1]、佐藤 光輝[1] (1.北海道大学大学院理学研究院)

[PPS05-P08] 対流モデルに向けた金星雲計算スキームの開発

*杉山 耕一朗[1]、福原 望[1]、小高 正嗣[2]、中島 健介[3]、石渡 正樹[2]、今村 剛[4]、林 祥介[5] (1.松江高専・情報、2.北大・理・宇宙、3.九大・理・地惑、4.東大・新領域創成科学、5.神戸大・理・地惑)

[PPS05-P09] 放射伝達を陽に考慮した金星大気大循環モデルで見られる東西平均構造
★招待講演

*林 祥介[1]、塩尻 千里[1]、樫村 博基[1]、高橋 芳幸[1] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）)

[PPS05-P10] 電波掩蔽による金星大気温度データからの重力波の波束の抽出

*森 亮太[1]、今村 剛[1]、Javier Peralta[2] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構)

[PPS05-P11] **Status of lightning hunt in Venus with Akatsuki/LAC and Pirka telescope**

*高橋 幸弘[1,2]、佐藤 光輝[1,2]、今井 正尭[3]、Lorenz Ralph[4]、高木 聖子[1,2]、大野 辰遼[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻、2.北海道大学・大学院理学研究院、3.産業技術総合研究所、4.ジョンズホプキンズ大学応用物理研究所)

[PPS05-P12] **Possibility of electric discharge in the Venusian atmosphere due to the super-rotation of clouds**

*Adhithiyan Neduncheran[1]、Ugur Guven[1,2]、Ananyo Bhattacharya[3] (1.University of Petroleum and Energy Studies, India、2.United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific、3.Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India)

New thermal infrared camera for fine horizontal brightness temperature structures at the cloud-top level of Venus

*Tetsuya Fukuhara[1], Makoto Taguchi[1], Takeshi Imamura[2], Sanjay S Limaye[3]

1. Rikkyo University, 2. The University of Tokyo, 3. University of Wisconsin

The Longwave Infrared Camera (LIR), which is an uncooled microbolometer camera, is currently acquiring thermal infrared images (8-12 μm) of Venus and depicting the cloud-top brightness temperatures from Akatsuki orbiter around Venus since December 2015. The outstanding result of LIR has been the discovery of an interhemispheric bow-shaped structure meridionally stretching 10,000 km across the equator at the Venus cloud-top. Over several days of observations, the bow-shaped structure remains relatively fixed in position above the highland on the slowly rotating surface, despite the background atmospheric super rotation at ~100 m/s. We infer that the bow-shaped structure is the result of an atmospheric gravity wave generated in the lower atmosphere by mountain topography that then propagated upwards [1]. This indicates that the horizontal temperature distribution seen at the cloud-top level represents not only direct physical property at the cloud-top but also influence of dynamics in the lower atmosphere. In fact, preliminary observation of LIR has detected fine structure (~100 km) in temperature distribution from close-up observations near the periapsis. We suggest that this may be caused by the upward propagation of a gravity wave, which is generated by the convection layer at ~40 km altitude. However, the spatial resolution of LIR seems insufficient to understand the origins of such a fine structure. We need better observations at higher spatial resolution than possible from LIR in Akatsuki’s orbit.

We propose that a future Venus orbiter carries an updated version of the uncooled microbolometer camera (BOL) with 1024x768 pixels and angular resolution of ~0.01 deg/pixel to detect fine temperature structure on the cloud-tops. When the orbiter is typically injected to a high-inclined elliptical orbit with altitude of 500-50,000 km, BOL provides a spatial resolution of 8.5 km at apoapsis and 0.08 km at periapsis, respectively. It will be enough to observe the fine temperature structure at the cloud-top. Further, BOL will capture the fine temperature structure at polar region near the “eye” of the hemispheric vortex situated over the poles, where the horizontal temperature varies drastically near the Venus cloud-tops. VIRTIS instrument on Venus Express orbiter showed complex structures at near infrared wavelengths [2]. Akatsuki from its near equatorial elliptical orbit cannot observe the fine structure in polar regions.

During 2012-2014, we developed an uncooled micro-bolometer array (UMBA) camera for the 50 kg class Earth observing satellite based on the experience of LIR development [3]. The camera with the pixel size of 640 ×480 was launched in 2014 and successfully detect a small wildfire which was main observation target for the mission. The results showed that its performance was better than expected. Furthermore, the newest UMBA camera with the pixel size increased to 1024 ×768 has been developed for the next wildfire mission to take finer spatial resolution image with ~0.01 deg/pixel. Unfortunately, this camera has lost the launch opportunity. However, the flight-model has been assembled and has passed function tests. Since BOL does not need heavy cryogenic systems, its mass and size are less than ~1 kg and 100 mm x 100 mm x 120 mm, respectively; it would be a relatively small mass increment for the future Venus mission.

References

[1] Fukuhara, T., et al., 2017, Large stationary gravity wave in the atmosphere of Venus, Nature Geoscience, Vol. 10, 85–88.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[2] Garate-Lopez, I., et al., 2015, Atmospheric dynamics at the southern pole of Venus: Three-dimensional winds, temperature and vorticity, AGU Fall Meeting Abstracts, 23.
[3] Fukuhara, T., et al., 2017, Detection of small wildfire by thermal infrared camera with the uncooled microbolometer array for 50 kg class satellite, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2017, Vol. 55, No. 8, 4314-4324

Keywords: Venus, atmosphere, Akatsuki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temperature and wind variations in Venusian mesosphere and lower thermosphere by mid-infrared heterodyne spectrometer in 2018

*高見 康介[1]、中川 広務[1]、佐川 英夫[2]、村田 功[1]、笠羽 康正[1]
*Kosuke Takami[1], Hiromu Nakagawa[1], Hideo Sagawa[2], Isao Murata[1], Yasumasa Kasaba[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻惑星大気物理学分野、2. 京都産業大学大学院理学研究科物理学専攻
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Division of Science, Kyoto Sangyo University

The most extensive observations of Venusian mesosphere have been performed by Venus Express (VEX) up to 2014 (e.g., Patzold et al., 2007; Mahieux et al., 2015). These observations have found the highly spatial and temporal variations in the thermal structure. The temperature discrepancies between observations by VEX/SOIR and general circulation models in the altitude of 80 - 100 km have not been properly interpreted (Bougher et al., 2015; Gilli et al., 2017). In addition, the mesospheric dynamics located between retrograde superrotational zonal wind (cloud deck) and subsolar-to-antisolar flow (above 120 km altitude) have not been well understood due to lack of observations. On the other hand, the lower thermosphere has been observed by mid-infrared heterodyne spectrometer (MIR-HS). Temperature in this region varied extensively between 140 K and 240 K, and wind velocity changed intensely from 130 m/s to 190 m/s for a terrestrial day (Sornig et al., 2013; Krause et al., 2018). Temperature and wind variations such as periodicity and locality in Venusian mesosphere and lower thermosphere have not been comprehended. The purpose of our observations is to solve it with continuous observations by MIR-HS.
Our Mid-Infrared Laser Heterodyne Instrument (MILAHI) have been inserted to Tohoku 60 cm telescope located the summit of Mt. Haleakala in Maui, Hawaii (Nakagawa et al., 2016). MILAHI has 10 um CO_2 laser as local oscillator. The field of view is 4 arcsec with 60 cm telescope and in the wavelength of 10 um. MIR-HS can retrieve temperature and wind in different altitude between dayside observations and nightside observations. CO_2 emerge non-local thermodynamic equilibrium emission from 100 –120 km altitude in dayside (Lopez-Valverde et al., 2011). Temperature and wind are derived from Doppler width and Doppler shift of the emission spectra, respectively. In nightside, CO_2 in the mesosphere absorbs background radiation from the cloud deck. Temperature profile and wind are retrieved from this absorption spectra with radiative transfer equation and inverse method of AMATERASU developed in National Institute of Information and Communications Technology.
Dayside observations were conducted between 24th and 27th in June, 2018. Apparent diameter was 15 arcsec and apparent dayside was half of the disk in this term. Observed points were North, South, disk center, and equator with integration times of 30 - 55 minutes. Each observed point gave different temperature variation feature. Temperature variation range was 170 - 220 K in agreement with Sonnabend et al. (2010). Temperature distribution showed both latitudinal dependence in 25th and convergence at 200 K in 26th.
Nightside observations were conducted from 11th to 13th, 19th, and 20th in November, 2018. Apparent diameter of Venus changed between 55.4 and 49.4 arcsec after inferior conjunction. We observed equator with three days, north 33 degree and south 33 degree for diurnal and latitudinal variations with integration times of 80 - 130 minutes. The observed spectra in the unit of relative intensity are under conversion because the retrieval with AMATERASU is necessary to use absolute radiation. We will show retrieved temperature profile and wind velocity at this presentation.

キーワード：金星、中間圏、中間赤外分光
Keywords: Venus, Mesosphere, mid-infrared spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

*秋場 聖浩[1]
*Masahiro Akiba[1]

1. 立教大学院理学研究所物理学専攻
1. Rikkyo University

Brightness temperature of the Venus disk obtained by Longwave Infrared Camera (LIR) onboard Akatuski shows clear limb darkening in the low and middle latitudes. Limb darkening is an apparent temperature decrease from the center to the limb of the Venus disk. It is caused by thermal and radiative characteristics that the sensing altitude of LIR increases as an emission angle, which is a zenith angle of direction of emission from the Venus atmosphere to the sensor, increases and that the atmospheric temperature monotonically decreases with altitude. In higher latitudes limb brightening is observed, because an inversion layer exists at the cloud-top altitudes in higher latitudes. In other word a profile of the limb darkening reflects vertical distributions of atmospheric temperature and optical thickness of cloud particles. Taylor et al. [1980] presented local time dependence of limb darkening using brightness temperature data obtained by the Pioneer Venus orbiter, but did not mention its physical mechanism. In this study brightness temperature distributions obtained by LIR when Akatsuki was in the altitude range from 60,000 to 100,000 km during the period from October 19, 2016 to July 17, 2018 were analyzed to investigate temperature and cloud particle property at the cloud-tops. Each brightness temperature image with 328 x 248 pixels was divided into 3280 x 2480 sub-pixels, and 32 successive images were accumulated after precise adjustment of the Venus disk position to improve S/N. Brightness temperature profiles as a function of the emission angle were derived for 24 local time zones and 9 zonal belts with a latitudinal width of 10˚ within ±45˚. A degree of limb darkening and a brightness temperature at the disk center were determined by least-square function fitting. As a result, the degree of limb darkening shows a clear semi-diurnal variation, and is the strongest at 11h and 22h and the weakest at 7h and 18h in local time. The amplitude of semi-diurnal variation peaks at the equator, whereas its phase seems constant in all latitudes. The temperature at the disk center also shows a semi-diurnal variation with a phase shift of approximately two hours earlier than the phase of the degree of limb darkening and a slight diurnal variation in higher latitudes. These semi-diurnal and diurnal components observed by LIR are consistent with the past observation of thermal tides in the Venus atmosphere by VENERA 15 [Zasova et al., 2007]. The physical mechanism of the semi-diurnal and diurnal thermal tide components seen in the degree of limb darkening and cloud-top temperature will be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Local time dependence of limb darkening seen in the thermal infrared Venus disk

Masahiro Akiba, Tetsuya Fukuhara, and Makoto Taguchi
Rikkyo University

Brightness temperature of the Venus disk obtained by Longwave Infrared Camera (LIR) onboard Akatuski shows clear limb darkening in the low and middle latitudes. Limb darkening is an apparent temperature decrease from the center to the limb of the Venus disk. It is caused by thermal and radiative characteristics that the sensing altitude of LIR increases as an emission angle, which is a zenith angle of direction of emission from the Venus atmosphere to the sensor, increases and that the atmospheric temperature monotonically decreases with altitude. In higher latitudes limb brightening is observed, because an inversion layer exists at the cloud-top altitudes in higher latitudes. In other word a profile of the limb darkening reflects vertical distributions of atmospheric temperature and optical thickness of cloud particles. Taylor et al. [1980] presented local time dependence of limb darkening using brightness temperature data obtained by the Pioneer Venus orbiter, but did not mention its physical mechanism. In this study brightness temperature distributions obtained by LIR when Akatsuki was in the altitude range from 60,000 to 100,000 km during the period from October 19, 2016 to July 17, 2018 were analyzed to investigate temperature and cloud particle property at the cloud-tops. Each brightness temperature image with 328 x 248 pixels was divided into 3280 x 2480 sub-pixels, and 32 successive images were accumulated after precise adjustment of the Venus disk position to improve S/N. Brightness temperature profiles as a function of the emission angle were derived for 24 local time zones and 9 zonal belts with a latitudinal width of 10° within ±45°. A degree of limb darkening and a brightness temperature at the disk center were determined by least-square function fitting. As a result, the degree of limb darkening shows a clear semi-diurnal variation, and is the strongest at 11h and 22h and the weakest at 7h and 18h in local time. The amplitude of semi-diurnal variation peaks at the equator, whereas its phase seems constant in all latitudes. The temperature at the disk center also shows a semi-diurnal variation with a phase shift of approximately two hours earlier than the phase of the degree of limb darkening and a slight diurnal variation in higher latitudes. These semi-diurnal and diurnal components observed by LIR are consistent with the past observation of thermal tides in the Venus atmosphere by VENERA 15 [Zasova et al., 2007]. The physical mechanism of the semi-diurnal and diurnal thermal tide components seen in the degree of limb darkening and cloud-top temperature will be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

あかつき中間赤外画像の積算による金星雲頂の定在構造と帯状構造の抽出
Stationary wavy features and Banded structures at Venusian cloud top extracted by averaging multiple LIR images

*福谷 貴一[1]、今村 剛[1]、田口 真[2]、福原 哲哉[2]、神山 徹[3]
*Kiichi Fukuya[1], Takeshi Imamura[1], Makoto Taguchi[2], Tetsuya Fukuhara[2], Toru Kouyama[3]

1. 東京大学、2. 立教大学、3. 産総研
1. Univ. of Tokyo, 2. Rikkyo Univ., 3. AIST

Venus’ cloud-top temperature distribution is now continuously mapped by LIR (Long-wave Infrared camera) mounted on the Venus orbiter Akatsuki. Fukuhara et al. (2017) analyzed LIR data and reported the existence of bow-shaped structures extending over 10,000 km in the north-south direction. The features are fixed in position without flowing with the super-rotation and appear above highlands with altitudes higher than 3 km. It was suggested based on a comparison with numerical simulations that the features are gravity waves generated by near-surface flows impinging on mountains. Kouyama et al. (2017) observed stationary features over 4 Venus days and revealed that the features tend to occur in the local afternoon. Gravity waves, whose restoring force is buoyancy, transport horizontal momentum in the vertical direction and accelerate or decelerate the background wind when they dissipate. Therefore, stationary gravity waves influence the general circulation of the atmosphere. In order to estimate the influence, it is essential to reveal the spatial and temporal distributions of gravity waves.
In the previous studies using LIR data, only planetary-scale stationary features have been investigated. On the other hand, Peralta et al. (2017) analyzed the data taken by VIRTIS onboard Venus Express, and reported the existence of many small-scale stationary features; however, VIRTIS can observe the night side only, and the observations were confined to the high latitude of the southern hemisphere because of the geometry of the orbit. Therefore, we intend to investigate with a new analysis method the topographical and local time dependency of small-scale, weak stationary features by using LIR data, which can observe all latitude regions at any local time. Though the S/N ratio of LIR is lower than VIRTIS, averaging of multiple images can suppress noises and at the same time emphasize stationary patterns. By using this method, small-scale, stationary wave trains were newly found above relatively-low topographic rises with altitudes of 1-3 km. In addition to stationary features, zonally-elongated banded structures were also found in averaged LIR images. Such structures have once been detected in LIR images taken during Akatsuki’s Venus flyby in 2010 (Taguchi et al., 2012); the new analysis confirmed that banded structures are ubiquitous at the cloud top. The orientations of the banded structures are different from those of dark streaks found in ultraviolet images.

キーワード：地形性重力波、金星、あかつき
Keywords: Stationary gravity waves, Venus, Akatsuki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Akatsuki's IR2 Nightside Photometry Restoration by Deconvolution

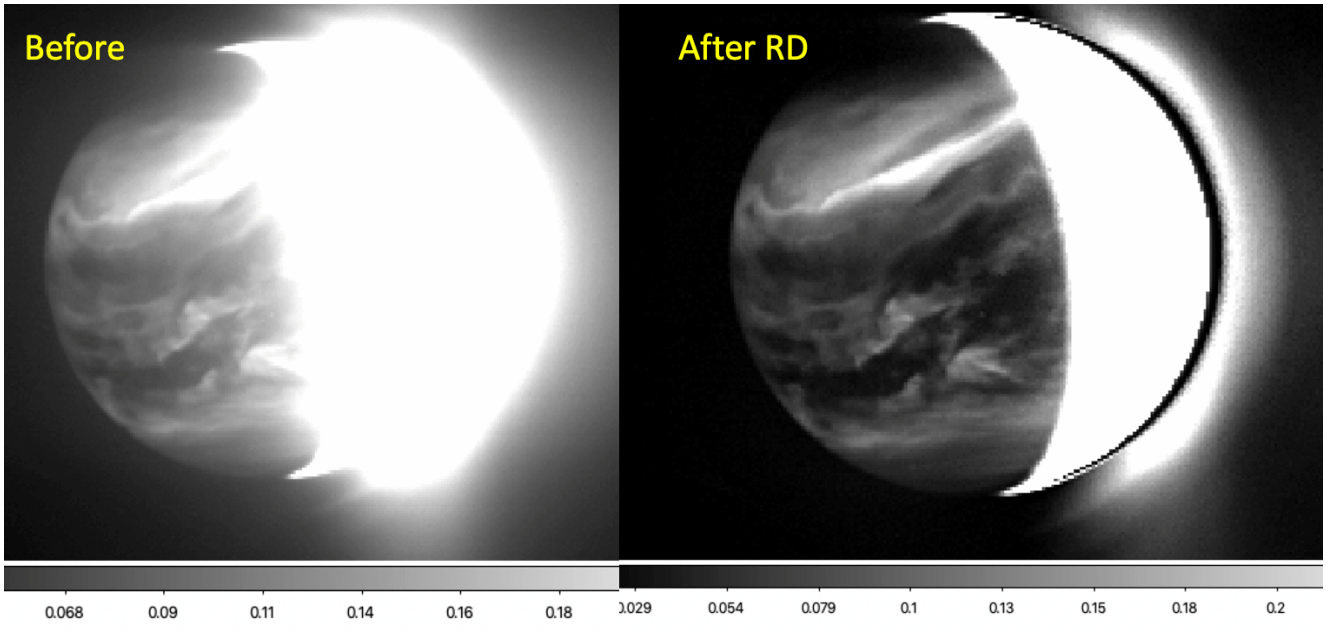
*Choon Wei Vun[1], Takehiko Satoh[2,1], Kevin McGouldrick[3], Takeshi Horinouchi[4], Takao M. Sato[5]

1. SOKENDAI, 2. ISAS/JAXA, 3. University of Colorado Boulder, 4. Hokkaido University, 5. Hokkaido Information University

Akatsuki’ s IR2 camera captures images of Venus at different filters: 1.735um, 2.26um, and 2.32um. At near-dawn/dusk views (phase angles ~90 to 115 degree) of these images, the nightside photometry is contaminated by the intense dayside reflectance. As the potential well of a pixel is overfilled with incoming generated photoelectrons, the pixel is saturated and hence no longer contain information. This saturation can occur in the dayside and nightside near the terminator.
Owing to the saturation problem, main task of the restoration process is thus to simulate both day and night sides to replace the information loss in saturation. Point spread function (PSF) of the IR2 camera was modeled using Moffat function with observation of experimental image taken of point source street light before launch. Then, deconvolution by model-PSF can restore the nightside photometry of unsaturated pixels. Dayside reflectance was modeled with Lambert’ s law, where its distribution is multiplied by an F factor (W m^{-2} sr^{-1} um^{-1}). Methods of finding the F factor will be shown.
We present our Restoration by Deconvolution (RD) results of the selected dates. The restored images were limb darkening corrected. Efficiency of RD can be restored to ~0.005 sigma in standard deviation accuracy when performed on synthetic image with known answer image.
Correlation plot of unsaturated nightside radiances between two filters (2.26mm and 1.735mm) were produced to extract possible ‘branch’ phenomena. The branching in the correlation plot indicates the differences in optical depths of different particle size modes [1].
Restoration of nightside pixels also opens up the opportunity to study the cloud dynamics transiting from the dayside into the nightside. Moreover, interesting cloud features such as vortices, instabilities, and streaks are more distinct in recovered images. This in overall opens up new window to understanding the evolution of cloud motion in the middle layer.
References: [1] Carlson R.W. et al. (1993) *Planet. Space Sci., 41,* No. 7, 477-485. [2] Grinspoon D.H. et al. (1993) *Planet. Spce Sci, 41,* No. 7, 515-542. [3] Nakamura M. et al. (2011)*Earth, Planets and Space, 63,* 443-457. [4] Satoh T. et al. (2016) *Earth, Planets and Space 68:74*. [5] Satoh T. et al. (2017) *Earth, Planets and Space 69:154.* [6] Wilson C.F. et al. (2008) *JGR, 113,* E00B13

Keywords: Venus, atmosphere, image restoration, infrared

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

Enormous cloud cover as seen by Akatsuki/IR2 on the night-side disk of Venus

*佐藤 毅彦[1,2]、Vun Choon Wei[2]、佐藤 隆雄[3]、堀之内 武[4]、はしもと じょーじ[5]、McGouldrick Kevin[6]
*Takehiko Satoh[1,2], Choon Wei Vun[2], Takao M. Sato[3], Takeshi Horinouchi[4], George HASHIMOTO[5], Kevin McGouldrick[6]

1. 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所、2. 総合研究大学院大学・宇宙科学専攻、3. 北海道情報大学・経営情報学部、4. 北海道大学・地球環境科学研究院 、5. 岡山大学・理学部地球科学科、6. LASP, University of Colorado Boulder
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Department of Space Science, SOKENDAI, 3. Department of Business and Information Systems, Hokkaido Information University, 4. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 5. Department of Earth Science, Okayama University, 6. LASP, University of Colorado Boulder

Night-side observations in transparency windows of CO_2 atmosphere of Venus allow visualizing inhomogeneous clouds in ~50 to ~60 km altitudes. The IR2 camera on board Akatsuki captured such images at 1.735, 2.26, and 2.32 um wavelengths. In the IR2 night-side data, an enormous cloud of greater opacity and very sharp edge in the front (western end) is seen repeatedly. This feature seems to encircle the planet with a period of ~4.5 days (Peralta).

Although interesting, property of particles in this feature was not studied before due to difficulty of photometric measurements in IR2 night-side data. This difficulty comes from a combination of the intense day crescent and extended tail of IR2 point-spread function (multiple reflection in the detector is the cause). We have developed a technique to restore the contrast of the night-side data by deconvolution so that the photometric studies can be done with IR2 night-side data.

The data acquired on 18th and 27th August 2016 are analyzed. We have performed a series of radiative transfer computations to reproduce both 1.735- and 2.26-um opacities in this enormous cloud. Properties of the cloud partices will be presented and possible mechanism of this remarkable phenomenon will be discussed.

キーワード：あかつきIR2、金星夜面、雲濃度
Keywords: Akatsuki IR2, Venus night-side, Cloud opacity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

あかつき搭載IR1から明らかにする金星雲の全球変動
The global variation of Venus cloud obtained from IR1 camera onboard AKATSUKI

*高木 聖子[1]、岩上 直幹、高橋 幸弘[1]、佐藤 光輝[1]
*Seiko Takagi[1], Naomoto Iwagami, Yukihiro Takahashi[1], Mitsuteru Sato[1]

1. 北海道大学大学院理学研究院
1. Hokkaido University, Graduate School of Science

金星は地球とほぼ同じ大きさ・密度を持ち、太陽系形成時には互いに似た惑星として誕生したと考えられているが、90気圧もの二酸化炭素大気や全球を一様に覆う硫酸雲の存在など地球とは全く異なる様相を見せる。
金星探査機あかつき(JAXA)は、2015年12月に金星周回軌道投入に成功した。あかつきは複数波長による撮像観測を行い、金星気象の3次元的理解を目指す。搭載された近赤外カメラIR1は、軌道投入後約1年間、近赤外波長0.90 umにおける金星昼面撮像を行った。大気の窓領域である近赤外波長を用いた金星昼面撮像観測では、雲の光学的厚さの増減を金星表面のコントラストとしてとらえることができる[Takagi and Iwagami. 2011]。木星探査機Galileo/SSI (NASA)により得られた金星昼面近赤外画像(0.986 um)では、金星表面のコントラストはわずか3 %と示されている[Belton et al., 1991]が、IR1はかつて木星探査機Galileo/SSIが得たものと整合的な昼面画像を多数取得している。本研究では、IR1が取得した0.90 um昼面画像から雲の変動傾向を全球的に知る。合わせてVenus Express(ESA)搭載赤外分光計SOIRから得られた金星高高度の雲情報[Takagi et al. in rev.]を反映した放射輸送計算を近赤外波長において実行し、雲変動に寄与する金星の気象変化について考察する。さらに北海道大学が所有するピリカ望遠鏡を用いた同波長領域における観測計画を紹介する。

キーワード：金星、雲、近赤外
Keywords: Venus, cloud, near infrared

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

対流モデルに向けた金星雲計算スキームの開発
Development of a Venus' cloud formation scheme for a convection resolving model

*杉山 耕一朗[1]、福原 望[1]、小高 正嗣[2]、中島 健介[3]、石渡 正樹[2]、今村 剛[4]、林 祥介[5]
*Ko-ichiro SUGIYAMA[1], Nozomu Fukuhara[1], Masatsugu Odaka[2], Kensuke Nakajima[3], Masaki Ishiwatari[2], Takeshi Imamura[4], Yoshi-Yuki Hayashi[5]

1. 松江高専・情報、2. 北大・理・宇宙、3. 九大・理・地惑、4. 東大・新領域創成科学、5. 神戸大・理・地惑
1. National Institute of Technology, Matsue College, 2. Department of Cosmoscience, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences,Flculty of Sciences,Kyushu University, 4. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 5. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University / Center for Planetary Science (CPS)

Although convection has been suggested to occur in the lower part of Venus' cloud layer by some observational evidences, its structure remains to be clarified. In the previous studies, Baker et al. (1998, 2000), Imamura et al. (2014), and Lefevre et al. (2017) try to simulate Venus' cloud-level convection, but their models they utilized do not consider cloud formation process. Our purpose is to develop new cloud formation scheme and to perform numerical simulation using the scheme in order to investigate a possible structure of Venus' cloud-level convection and clouds distribution.

Our cloud formation scheme is based on Imamura and Hashimoto (1998). The number densities of sulfuric acid (H2SO4) and water (H2O) in the gas and liquid phases are calculated. Sedimentation of H2SO4-H2O solution droplets and chemical reactions of sulfuric acid are also considered. The scheme is implemented into our convection resolving model developed by Sugiyama et al. (2009). The model is based on the quasi-compressible system (Klemp and Wilhelmson, 1978), and is used in the simulations of the atmospheric convections of Jupiter (Sugiyama et al., 2011, 2014) and Mars (Yamashita et al. 2017).

In our poster, we will show the details of our cloud formation scheme and demonstrate some results of our calculation using similar settings of Imamura et al. (2014).

キーワード：金星大気、対流、雲形成、数値計算
Keywords: Venus atmosphere, convection, cloud formation, numerical modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

放射伝達を陽に考慮した金星大気大循環モデルで見られる東西平均構造
Zonal mean structure of Venus atmosphere observed in a Venus general circulation model with explicit radiative transfer

*林 祥介[1]、塩尻 千里[1]、樫村 博基[1]、高橋 芳幸[1]
*Yoshi-Yuki Hayashi[1], Chisato Shiojiri[1], Hiroki Kashimura[1], Yoshiyuki O. Takahashi[1]

1. 神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）
1. Department of Planetology/CPS, Graduate School of Science, Kobe University

金星大気の東西平均東西風は他の惑星大気にはない特徴を示している。ほぼすべての緯度において超回転状態にあり、スーパーローテーションと呼ばれる。数値計算や地上観測による数多くの研究がこの特徴を説明するべく試みられてきたが、2010年代になって遂に、Lebonnois et al. (2010) や Ikeda (2010) は、放射伝達を陽に計算することによりスーパーローテーションを表現することに成功した。これらは、放射過程をニュートン冷却によって代替えさせていたそれ以前の数値モデルとは一線を画すモデルである。

一方、我々は多様な惑星大気を包括的に扱うことのできる大気大循環モデルの開発を進めてきており、その一環として、今回、分厚いCO_2大気を持つ大気のための大循環放射伝達計算を実現するパラメタを用意した。ここでは, 我々が決めた放射パラメタを金星大気の場合に応用してその大循環を計算し、放射伝達を陽に計算した先行研究との比較を行う。

我々が用いる大気大循環モデルは DCPAM (http://www.gfd-dennou.org/library/dcpam/) である。DCPAMはプリミティブ方程式系を力学モデルとして用いており、これをスペクトル法によって解いている。物理過程としては放射過程、乱流混合過程を含み、地表面温度の計算においては地中熱伝導も計算する。放射パラメタは相関k-分布法を用いて導出、計算された放射フラックスは観測された放射フラックスとよく一致することを確認している。大気大循環計算においては、表面地形の有り無しの二種類の数値実験を行った。用いた分解能は T15L52, 格子点でいえば 48 x 24 であり、鉛直 52 層を有している。初期条件はどちらの実験も静止、温度分布は水平一様の VIRA 鉛直温度分布とした。金星の日変化は考慮したが、年変化は考慮していない（自転軸傾斜角はゼロ）。数値積分は 150000 地球日実行した。

100000地球日程度の積分によりエネルギーの時間変化で見るとほぼ統計的に平衡な状態に達する。この統計的な定常状態では , 地形有り無しどちらの実験でも、現実の金星大気東西風速強度の約半分、およそ 50 m/s 程度の超回転風速が雲層の中低緯度領域に見られた。

平均子午面循環は両半球にわたる大きな直接循環で構成されていた。地表面地形無し実験では、この子午面直接循環は、低緯度地表面付近に見られる逆循環を除き、地表面からモデルトップまで覆っていた。一方、地表面有り実験では雲層下部付近に逆循環が存在し、子午面循環は上下に分断される構造をなしていた。その他の逆循環としては、高緯度雲層付近の逆循環と、地形無し実験で見られた赤道域雲層以下の複数の高度領域に見らえる逆循環群である。

発表では、モデルで得られた東西平均構造と東西角運動流収支の解析結果を示す予定である。

キーワード：金星、惑星大気、大気大循環モデル、放射伝達計算
Keywords: Venus, planetary atmosphere, general circulation model, explicit calculation of radiative transfer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電波掩蔽による金星大気温度データからの重力波の波束の抽出
Gravity wave packets detected in radio occultation temperature profiles of the Venus atmosphere

*森 亮太[1]、今村 剛[1]、Javier Peralta[2]
*Ryota Mori[1], Takeshi Imamura[1], Javier Peralta[2]

1. 東京大学、2. 宇宙航空研究開発機構
1. The University of Tokyo, 2. Japan Aerospace Exploration Agency

金星探査機「あかつき」の電波掩蔽観測により2016年から現在に至るまで大気温度の高度分布が得られている。電波掩蔽観測は、探査機から送信される電波が惑星大気を通過して屈折したのち地球の受信局に届く機会を利用して、大気の屈折率の変化を地上での受信周波数の変化として捉える手法であり、屈折率の高度分布から気圧や気温を導出することが出来る。こうして得られる気温分布には様々な大気擾乱に起因する変動が観測される。ここでは、大気大循環の駆動において重要な役割を持つと考えられる大気重力波に注目する。

重力波は大気中の浮力を復元力とする小規模な波動である。重力波は運動量を鉛直方向に運ぶ働きがあり、散逸に際して背景大気に運動量を受け渡すことにより、平均風の加減速をもたらす。金星においては高速帯状風の全球的な構造に影響を与えていることが予想されている。しかし、重力波は空間スケールが小さく、周期が比較的短いという性質があるために、その空間構造を観測で捉えることが難しい。これまでに、重力波に伴うと考えられる短鉛直波長の温度擾乱の振幅の緯度-高度分布などが調べられてきたが、卓越する波長や高度方向の拡がりについては分かっていなかった。

そこで、本研究では、ウェーブレット解析を鉛直温度分布に適用し、空間的に局在した温度擾乱を抽出する。今までは、温度データにフーリエ変換を適用した研究はあるが、フーリエ変換は無限に続く波を仮定としており、空間的に局在した波束の特徴を取り出すのには適切ではない。ウェーブレット解析はそのような有限区間の波に関して周期や振幅を得たい時に有効である。本発表では電波ホログラフィという方法で従来より高い高度分解能で得られた温度データに対してウェーブレット解析を適用した結果を報告する。また、得られた結果から、大気重力波の波束の長さや高度分布などに関係も報告する。

キーワード：あかつき、大気重力波、電波掩蔽観測
Keywords: Akatsuki, Gravity wave in the atmosphere, The radio occultation experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Status of lightning hunt in Venus with Akatsuki/LAC and Pirka telescope

*高橋 幸弘[1,2]、佐藤 光輝[1,2]、今井 正尭[3]、Lorenz Ralph[4]、高木 聖子[1,2]、大野 辰遼[1]
*Yukihiro Takahashi[1,2], Mitsuteru Sato[1,2], Masataka Imai[3], Ralph Lorenz[4], Seiko Takagi[1,2], Ono Tatsuharu[1]

1. 北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻、2. 北海道大学・大学院理学研究院、3. 産業技術総合研究所、4. ジョンズホプキンズ大学応用物理研究所
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology,, 4. Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University

The existence of lightning discharge in Venus has been controversial for three decades, which might be attributed to the luck of conclusive observational evidence. There had been no satellite payload intentionally designed for the detection of lightning phenomena using radio wave or optical sensor. LAC, lightning and airglow camera, on board Akatsuki spacecraft, is the first sensor optimized for the lightning optical flash measurement in planets other than the Earth. It is expected that LAC could conclude this 30-year discussion on the existence of lightning in Venus. Unique performance of LAC compared to other equipment used in the previous exploration of Venus is the high-speed sampling rate at 20 kHz with 32 pixels of Avalanche Photo Diode (APD) matrix, enabling us to distinguish the natural optical lightning flash from other pulsing noises, including artificial electrical noise and cosmic rays. We selected OI 777 nm line for lightning detection, which is expected to be the most prominent emission in CO2-dominant atmosphere based on the laboratory experiments.

The triggering parameter was set so as to optimize for the light curve similar to the normal lightning in the Earth and data obtained totally for about 4 hours were examined. However, we couldn’t find any lightning signals. Adding to this triggering parameter set, we added one more parameter set, optimized for sprite type emission with duration of up to 10s of ms. Furthermore, in order to investigate fainter emissions, we are now conducting successive force triggering recordings without any threshold, achieving 5 times better sensitivity than the intensity of 1 digital unit at best.

The total coverage of the LAC lightning hunt became 81.6 [million km2-hr], meaning 81 percent detectability of previous results with ground-based telescope by Hansell et al. (1995). Here we report the detailed strategy and the latest status of the LAC observation in 2018, and discuss the future observation plan.

Also we will make ground observation with a high-speed photometer installed at Pirka telescope, a 1.6-m reflector deployed by Hokkaido University. Here we report the initial results of lightning flash observation with it.

キーワード：雷、金星、あかつき、ピリカ望遠鏡
Keywords: lightning, Venus, Akatsuki, Pirka telescope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possibility of electric discharge in the Venusian atmosphere due to the super-rotation of clouds

*Adhithiyan Neduncheran[1], Ugur Guven[1,2], Ananyo Bhattacharya[3]

1. University of Petroleum and Energy Studies, India, 2. United Nations Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific, 3. Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology,India

Several evidences of electromagnetic bursts were measured by various landers and orbiters studying Venus atmosphere (Venera landers, Venus Express and the Pioneer Venus Orbiter). The electromagnetic bursts that are taking place in the cloud region in the form of lightning or fluorescence might be a result of momentum transfer, solar convection and charge dispersion in the clouds of Venus. While the lightning in Earth takes place mostly in the equatorial region, in case of Venus it is possible for lightning to occur in the polar regions, considering the kinetic energy transfer and the formation of dipoles in both hemispheres of Venus. The meridional and zonal flows can interact and cause the charge separation which possibly lead to electromagnetic bursts in different spectrum and in different regions in Venus. In labs, it is observed that SO2 emissions in UV region cause fluorescence which is one of the major phenomena taking place in the cloud tops. Based on the photochemical model published by *Krasnopolsky 2011(*doi:10.1016/j.icarus.2011.11.012) and the principle of refraction, we present the possibility of lightning/fluorescence phenomena being caused by the super-rotation of the clouds in the Venusian atmosphere.

Keywords: Venus , Super-rotation, lightning, electric discharge, atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:倉本 圭(北海道大学)、佐々木 貴教(京都大学大学院理学研究科宇宙物理学教室)

本セッションでは、広く惑星科学に関する研究発表と議論を行う。惑星科学とは、地球や他の惑星をはじめとする太陽系や系外惑星系の現在・過去・未来に関する様々な研究からなる学問であり、幅広い視点からの議論が望まれる。

9:00 ~ 9:15

[PPS06-01] 惑星大気ならびに系外惑星連続モニタリングのためのPLANETS望遠鏡の開発現況

*坂野井 健[1]、鍵谷 将人[1]、平原 靖大[2]、Kuhn Jeffery[3]、Berdyugina Svetalana[4]、Emilio Marcelo[5]、中川 広務[6]、栗田 光樹夫[7]、笠羽 康正[1]、小原 隆博[1]、岡野 章一[1] (1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.名古屋大学環境学研究科、3.米国ハワイ大学天文学研究施設、4.ドイツケーペンハウワー研究所、5.ブラジルポンタグロッサ州立大学　、6.東北大学大学院理学研究科、7.京都大学大学院理学研究科)

9:15 ~ 9:30

[PPS06-02] 火星衛星探査計画MMX：目指す科学とその推進

*倉本 圭[1,2]、川勝 康弘[2]、藤本 正樹[2]、Jean Pierre Bibring[3]、David Lawrence[4]、玄田 英典[5]、平田 成[6]、今村 剛[7]、亀田 真吾[8]、松本 晃治[9]、宮本 英昭[7]、諸田 智克[10]、長岡 央[2]、中川 広務[11]、中村 智樹[11]、小川 和律[12]、大嶽 久志[2]、尾崎 正伸[2]、佐々木 晶[13]、千秋 博紀[14]、橘 省吾[7,2]、寺田 直樹[11]、臼井 寛裕[2]、和田 浩二[14]、渡邊 誠一郎[10]、MMX study team (1.北海道大学、2.JAXA、3.IAS、4.APL、5.ELSI、6.会津大学、7.東京大学、8.立教大学、9.国立天文台、10.名古屋大学、11.東北大学、12.神戸大学、13.大阪大学、14.千葉工業大学)

9:30 ~ 9:45

[PPS06-03] **Implantation of Martian Materials in the Inner Solar System by a Mega Impact on Mars**

*兵頭 龍樹[1]、玄田 英典[1] (1.東京工業大学・地球生命研究所)

9:45 ~ 10:00

[PPS06-04] 還元型原始火星大気の流体力学的散逸

*吉田 辰哉[1]、倉本 圭[1] (1.北海道大学)

10:00 ~ 10:15

[PPS06-05] 低角運動量の回転原始火星大気による衛星軌道進化

*松岡 亮[1]、倉本 圭[1] (1.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻)

10:15 ~ 10:30

[PPS06-06] 原始月円盤の冷却進化過程を考慮した月形成 N 体計算

*佐々木 貴教[1]、細野 七月[2] (1.京都大学 大学院理学研究科 宇宙物理学教室、2.海洋研究開発機構)

惑星大気ならびに系外惑星連続モニタリングのためのPLANETS望遠鏡の開発現況

Current status of the PLANETS telescope project for planetary and exoplanetary atmospheric monitoring

*坂野井 健[1]、鍵谷 将人[1]、平原 靖大[2]、Kuhn Jeffery[3]、Berdyugina Svetalana[4]、Emilio Marcelo[5]、中川 広務[6]、栗田 光樹夫[7]、笠羽 康正[1]、小原 隆博[1]、岡野 章一[1]
*Takeshi Sakanoi[1], Masato Kagitani[1], Yasumasa Hirahara[2], Jeffery Kuhn[3], Svetalana Berdyugina[4], Marcelo Emilio[5], Hiromu Nakagawa[6], Mikio Kurita[7], Yasumasa Kasaba[1], Takahiro Obara[1], Shoichi Okano[1]

1. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2. 名古屋大学環境学研究科、3. 米国ハワイ大学天文学研究施設、4. ドイツケーペンハウワー研究所、5. ブラジルポンタグロッサ州立大学　、6. 東北大学大学院理学研究科、7. 京都大学大学院理学研究科
1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. IfA, University of Hawaii, U.S.A., 4. KIS, Germany, 5. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brazil, 6. Graduate School of Science, Tohoku University, 7. Graduate School of Science, Kyoto University

We are conducting a 1.8-m aperture off-axis telescope project PLANETS under international collaborations. In this presentation, we report the current status of PLANETS project and our scientific targets, and also promote use cases in other research fields in astronomy and planetary/exoplanetary sciences. PLANETS is characterized by low-scattering and high-contrast capability thanks to off-axis mirror system, and also by monitoring observation. We mainly concern variations in planetary atmospheres, faint gases produced from satellites, exoplanetary atmosphere, and also welcome other targets that match to the advantages of PLANETS. Continuous monitoring is essential to understanding the planetary atmospheric phenomena, and therefore, own facilities with even small- and medium sized telescopes and instruments are important. We have demonstrated that continuous monitoring is effective for understanding planetary and satellite phenomena using small telescopes at the summit of Mt. Haleakala, Hawaii (3050 m altitudes). We are now operating 40 cm (T40) and 60 cm (T60) telescopes at Haleakala combined with high-resolution spectrometers in visible and infrared ranges to observe faint atmospheric emissions/absorptions, such as plasma and neutral torus produced by Jupiter’s satellite Io, neutral torus produced by Saturn’s satellite Enceladus, gases in Venus and Mars, sodium gasses of Mercury, and so on. The polarization imager DIPOL-2 is also installed to measure the weak polarization of exoplanetary light. Our and guest investigators’ observations are also linked to Mercury, Venus (Akatsuki), Mars (Mars Express, MAVEN) and Jupiter (Juno) missions.
To achieve precise spectroscopy and polarimetry for faint emissions/absorption in planetary/exoplanetary atmospheres and satellites, PLANET’s a 1.8-m aperture with low-scattered light optics is necessary. PLANETS project is managed by the PLANETS Foundation (www.planets.life), which is an internationally organized entity whose board members are from several institutes in Japan, USA, Germany, Brazil, and France. This off-axis optical system brings us unrivaled high-dynamic range scientific capabilities on coronagraphy and polarimetry. It will have a Gregoian focus with a FOV of 6' (Fno=13) and a Coude focus with a FOV of 20" (Fno=49). The main mirror is Clearceram Z-HS with a diameter of 1850 mm, which is now on the final polishing process. We are designing mechanical structure of telescope for both cases of equatorial mount and azimuthal-elevation mount. We are also designing a mirror support structure in two ways, active support and passive support. We are aiming to get first light with PLANETS telescope within

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

next several years.

キーワード：PLANETS、惑星、系外惑星
Keywords: PLANETS, planet, exoplanet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星衛星探査計画MMX：目指す科学とその推進
Martian Moon eXploration MMX: science objectives and their promotion

*倉本 圭[1,2]、川勝 康弘[2]、藤本 正樹[2]、Jean Pierre Bibring[3]、David Lawrence[4]、玄田 英典[5]、平田 成[6]、今村 剛[7]、亀田 真吾[8]、松本 晃治[9]、宮本 英昭[7]、諸田 智克[10]、長岡 央[2]、中川 広務[11]、中村 智樹[11]、小川 和律[12]、大嶽 久志[2]、尾崎 正伸[2]、佐々木 晶[13]、千秋 博紀[14]、橘 省吾[7,2]、寺田 直樹[11]、臼井 寛裕[2]、和田 浩二[14]、渡邊 誠一郎[10]、MMX study team
*Kiyoshi Kuramoto[1,2], Yasuhiro Kawakatsu[2], Masaki Fujimoto[2], Jean Pierre Bibring[3], David Lawrence[4], Hidenori Genda[5], Naru Hirata[6], Takeshi Imamura[7], Shingo Kameda[8], Koji Matsumoto[9], Hideaki Miyamoto[7], Tomokatsu Morota[10], Hiroshi Nagaoka[2], Hiromu Nakagawa[11], Tomoki Nakamura[11], Kazunori Ogawa[12], Hisashi Otake[2], Masanobu Ozaki[2], Sho Sasaki[13], Hiroki Senshu[14], Shogo Tachibana[7,2], Naoki Terada[11], Tomohiro Usui[2], Koji Wada[14], Sei-ichiro WATANABE[10], MMX study team

1. 北海道大学、2. JAXA、3. IAS、4. APL、5. ELSI、6. 会津大学、7. 東京大学、8. 立教大学、9. 国立天文台、10. 名古屋大学、11. 東北大学、12. 神戸大学、13. 大阪大学、14. 千葉工業大学
1. Hokkaido Univ., 2. JAXA, 3. IAS, 4. APL, 5. ELSI, 6. Aizu Univ., 7. Univ. of Tokyo, 8. Rikkyo Univ., 9. NAOJ, 10. Nagoya Univ., 11. Tohoku Univ., 12. Kobe Univ., 13. Osaka Univ., 14. Chiba Inst. Tech.

はやぶさ2に続くわが国のサンプルリターンミッションである火星衛星探査計画MMXは、2024年打ち上げ、2029年地球帰還を目標に、急ピッチで開発移行に向けた準備が進められつつある。MMXは近接観測とサンプルリターンにより、火星衛星の起源を解明する。そして両衛星が、火星史の初期に形成し、それ以後、火星近傍に寄り添ってきた天体であることを活かして、衛星の調査と火星大気の並行観測から、惑星科学の大目標である、水と大気を保有するハビタブル惑星の形成と成り立ちに迫る。特に、火星表層の地質記録のみからでは得難い、かつてハビタブル環境を保有したとされる火星の形成と初期進化、初期太陽系における外惑星領域から内惑星領域への揮発性物質輸送過程に光を当てる。MMXには望遠カメラ、多色カメラ、赤外分光イメージャ、ガンマ線・中性子分光計、レーザー測距計、ダストモニタ、イオン質量分析計、サンプラが搭載される。また衛星表層の物理状態や物質組成をその場調査する、小型ローバの搭載も検討が進んでいる。MMXの個々の科学目標の達成には、機器を跨いだデータ解析、試料分析、理論検討の学際的な相互作用が重要である。そこで各機器開発チームとデータサイエンス、分析、理論研究者を跨ぐサブサイエンスチームを編成し、MMXの初期サイエンス成果の創出と、それに向けた、観測・データ解析・試料分析の準備、理論研究、既存の遠隔観測データの解析を進める体制を構築しつつある。

キーワード：MMX、サンプルリターン、フォボス、ダイモス、火星、初期太陽系
Keywords: MMX, sample return, Phobos, Deimos, Mars, Early solar system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Implantation of Martian Materials in the Inner Solar System by a Mega Impact on Mars

*兵頭 龍樹[1]、玄田 英典[1]
*Ryuki Hyodo[1], Hidenori Genda[1]

1. 東京工業大学・地球生命研究所
1. Tokyo Institute of Technology, Earth Life Science Institute

The rare asteroids, called A-type asteroids, orbit within the Hungarian region and within the main asteroid belt region. They have olivine-rich spectral features [DeMeo&Carry 2013]. Their origin is still under debate even though some could be mantle materials fragmented and ejected by a catastrophic impact of differentiated primordial asteroid [Sanchez et al. 2014]. On the other hand, olivine is a major mineral of the Martian upper mantle with ~60 wt% [e.g. Bertka&Fei 1997, Zuber 2001]. Also, at the surface of Martian grabens, such as Nili Fossae, an olivine-rich signature is detected [Hoefen et al. 2003, Mustard et al. 2009].

Recent studies showed that a giant impact may occur on Mars and it produced Mars-orbiting debris from which Martian moons, Phobos and Deimos, acreete [Rosenblatt et al. 2016, Hesselbrock&Minton 2017, Hyodo et al. 2017, Canup&Salmon 2018]. Recently, Polishook et al. (2017) suggested that such Martian-moon forming impact may also produce debris that escapes from Mars' gravitational field, and some of them may have delivered to the asteroid region. However, quantitative arguments such as mass, composition and orbits of the impact ejecta have been not studied yet.

In this talk, we will present our recent work [Hyodo&Genda 2018, ApJL] that investigated the compositional and thermodynamic properties of the impact ejecta produced by a giant impact that forms Martian moons [Hyodo et al. 2017]. We also present their mass and heliocentric orbits and discuss the possibility of forming rare A-type asteroids.

We perform high-resolution SPH simulations of Mars' giant impact (impactor mass of ~0.03 mass of Mars, impact velocity of ~6 km/s and impact angle of 45 degrees without pre-impact Martian spin). We found that the giant impact produced the following escaping debris [Hyodo&Genda 2018, ApJL]:

1. Mass of ~$10^{-2}M_{Mars}$
2. ~20wt% originates from Mars and the rest originates from the impactor
3. ~50% of the Martian material originates from Martian mantle (between 50 and 200 km in depth)
4. Temperature ranges between 1000 and 4000K with a peak around 2000 K

Assuming the Mg# (=Mg/(Mg+Fe) in mol) of bulk silicate Mars of ~75% [Elkins-Tanton et al. 2003] and thus ($Mg_{0.75}$, $Fe_{0.25}$) SiO_4olivine solid solution as a major mineral of the Martian upper mantle, solidus and liquidus temperatures are about 1850 K and 2000 K [Bowen&Schairer 1935]. Then, using our SPH simulations, we found that ~10% of escaping Martian mantle debris does not melt but ~70% of the debris completely melts. In the case of partial melting (2000 K), ~20% of the Martian mantle debris avoids melting and thus they would preserve their primitive minerarogy. Hence, the unmelted Martian mantle material (olivine-rich material) is estimated to be about ~2% of the total ejected mass (~1.7×10^{20}kg). This mass is much larger than those of current A-type asteroids found in the Hungarian region (~2.8×10^{15}kg) and the current main asteroid belt (~8.9×10^{18}kg).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The orbits of the ejected particles are distributed between ~0.5-3.0 AU with eccentricity upto ~0.6 and inclination up to ~0.3 radian. Detailed stidues on the long-term evolution of the debris is required but the initial orbits of the debris shows that they can easily reach the asteroid belt region and thus unmelted Martian mantle material (a maximum of ~2% of the total debris mass) is potentially expected to settle into stable orbits as rare A-type asteroids found in the Hungarian and main asteroid belt regions.

We also expect that the debris hit the pre-existing asteroids with impact velocity larger than 5 km/s. The nominal collision velocity between existing asteroid is ~5km/s [Bottke et al. 1994]. Such high-velocity collision between the debris and pre-existing asteroid may record a reset of ^{40}Ar–^{39}Ar age and/or impact melts [Kurosawa&Genda 2018] and thus the timing of the giant impact on Mars may be recorded in some chondrite.

キーワード：火星、A型小惑星、小惑星
Keywords: Mars, A-type asteroids, Asteroids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

還元型原始火星大気の流体力学的散逸
Hydrodynamic escape of a reduced proto-atmosphere on early Mars

*吉田 辰哉[1]、倉本 圭[1]
*Tatsuya Yoshida[1], Kiyoshi Kuramoto[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

微惑星が集積し惑星が形成される過程で，原始火星は衝突脱ガス成分と星雲ガス成分の双方から成る原始大気を獲得したと予想される (Saito and Kuramoto, 2018)．金属鉄を含む微惑星が高速で衝突する際に放出される脱ガス成分は，ガス-マグマ-溶融金属鉄間の熱化学反応によって決定され，大気組成はH_2，CO，CH_4などの還元的な分子種に富むと推定される (Kuramoto and Matsui, 1996)．還元的な環境下では生命前駆物質が生成されやすい (Schlesinger and Miller, 1983)．そのため，還元的な原始大気が火星における生命前駆物質の生成場として重要だった可能性がある．

これまで還元的な原始大気は流体力学的散逸によって形成直後に速やかに散逸したと考えられてきた．流体力学的散逸は，初期火星においては初期太陽の強力なEUV放射によって上層大気が加熱されることで起きていたと考えられている．Lammer et al. (2013)，Erkaev et al. (2014)は火星形成期のEUV強度進化の新たな知見を用いて大気散逸量を求め，分子は全て単原子分子に解離するという仮定のもと，100 bar 相当の大気が質量分別を起こさずに 10 Myr 程度で散逸することを示した．しかし，この結果は大気中の分子が全て解離しているという仮定に強く依存している．火星は重力が小さいため光解離が十分進む前に流出が起き得る．CH_4やCOなどの赤外活性分子が存在したとすると，分子の放射冷却によって熱エネルギーが失われ，大気散逸率が減少すると考えられる．大気散逸率が減少すれば，水素が保持される期間が延び，質量分別が起きH_2以外の大気成分が取り残されたりすることで，原始火星では還元的環境が長期間持続した可能性が生じる．しかし，分子の放射冷却が流体力学的散逸に及ぼす影響についてはこれまでほとんど検討されてこなかった．そこで本研究では，光化学過程と分子の放射冷却過程を考慮した多成分大気における流体力学的散逸による大気散逸量を数値的に求め，原始火星の還元的環境の持続期間を明らかにすることを目的とする．

数値モデルは球対称一次元流体方程式を解き定常流を求めるモデルであり，波長に依存したUVならびに赤外放射の放射伝達と光解離・光電離過程を考慮している．UVスペクトルはG型主系列星の観測から推定される44.6億年前の太陽スペクトルを用いた (Claire et al., 2012)．EUV強度は現在の強度の約100倍に相当する．赤外放射についてはCOとCH_4の特に放射率の高い遷移を考慮し，光子の脱出確率を用いて冷却率を求めた．本研究では星雲ガス成分と脱ガス成分の混合大気を想定している．脱ガス成分はH_2，CO，CH_4から成るとする．モデル中ではH_2，CO，CH_4と，これらの分子から光化学過程で生じる大気成分の計18成分を考慮した．

COとCH_4の混合比が大きくなるにつれて大気散逸率は減少し，COとCH_4の混合比が10%程度以上になると，COとCH_4の放射冷却により大気散逸率は純粋な水素大気の場合と比べて一桁以上減少する．散逸率が低下した結果，質量分別も顕著に起きる．脱ガス成分質量が1.0×10^{21} kgになると，H_2が全て散逸するまでの時間は～1億年以上となる．また，多くの場合でCOとCH_4は取り残され，これらの大気種が光化学過程によって酸化されるまで還元的環境が続くことになる．この結果は，初期火星では還元的環境が1億年以上持続し，初期大気が生命材料物質の生成場として重要な役割を果たした可能性があることを示唆する．

キーワード：流体力学的散逸、初期火星、還元的大気
Keywords: hydrodynamic escape, early Mars, reduced atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

低角運動量の回転原始火星大気による衛星軌道進化
Orbital evolution of Martian moons by rotating Martian proto-atmosphere with low angular momentum

*松岡 亮[1]、倉本 圭[1]
*Ryo Matsuoka[1], Kiyoshi Kuramoto[1]

1. 北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻
1. Department of Cosmosciences, Graduateschool of Science, Hokkaido University

火星にはフォボスとダイモスという2つの衛星がある．それぞれの半径は数 km ~ 10 km程度であり，不規則な形状をしている．また，衛星の低いアルベドと，始原的な炭素質小惑星に類似した反射スペクトルからは，これらの衛星が捕獲された微惑星であることとする説（捕獲説）が支持される．

しかしながら，両衛星は真円に近い，火星赤道面に沿った軌道を有しており，このような整った軌道を捕獲説で説明するのは困難であるとされてきた．ジャイアント・インパクト仮説 (e.g. Rosenblatt et al. 2016) は現在の火星の衛星のような整った衛星軌道を説明するものの，衛星を形成する物質が高温環境 (~2000 K) を経験するため，反射スペクトルから期待される始原的な炭素質の組成を再現することは難しい．一方で，星雲ガスを重力的に束縛して生じる原始火星大気からのガス抵抗によるエネルギー散逸を考えた先行研究では，球対称静止大気を考えることで衛星の軌道離心率を低下させることが可能であることが示されている (Hunten 1979, Sasaki 1990)．このシンプルな大気モデルでは，衛星に持続的に働くガス抵抗が衛星の惑星への落下を招くことと，傾斜角減衰ができないという問題があったが，松岡・倉本 (2018, JpGU, PPS07-02) では回転する原始火星大気を考慮することで傾斜角減衰が10^6 yrのタイムスケールで起こり，衛星落下が妨げられることが示された．しかしながら，この回転大気は，共回転半径以遠でKepler回転するという大きな角運動量を有する大気（火星自転角運動量の1.3倍）であるために実現が困難であることと，ダイモス以遠でも衛星が形成されその場に留まってしまうという問題がある．本研究では，火星の自転角運動量と比較して極めて小さな角運動量を有する回転大気のモデルを構築し，むしろこのような大気が現在の火星の衛星系の軌道特徴を説明する点においてより有利となることを示す．

本研究では，大気の回転がBondi半径以内に制限されると仮定し，回転速度場が連続となるよう，速度場を次のようにモデル化した：(1) 火星半径～共回転半径 R_C：火星と共回転する大気，(2) 共回転半径～Bondi 半径 R_B：$v(r) = ((R_B-r)/(R_B-R_C))^{\Gamma} v_K(r)$（$v_K$はKepler速度，$\Gamma$ は正定数で，本研究では1と置いた）で距離とともに回転速度が減衰する大気，(3) Bondi半径～Hill半径：Hill半径で星雲ガスと接続する静止大気．このような距離とともに回転速度が減衰する大気は，共回転半径を通じて内側から外側へ漏れ出す角運動量がKepler回転を達成できるほど大きくない場合に生じると考えられる．この速度場による遠心力と火星重力，圧力傾度力が釣り合うように大気の密度場を決定し，この速度場と密度場による抗力を衛星の運動方程式に与えた．

衛星の軌道長半径進化を追う数値実験では，衛星は全ての領域で内向き動径速度を持つが，共回転半径付近で衛星と大気の速度差が小さくなることで衛星の落下が抑制され，衛星軌道長半径の減衰のタイムスケールはフォボスサイズの衛星で少なくとも10^4yr以上のオーダーとなる．このタイムスケールは共回転半径に近づくにつれて急激に増大し，衛星がこの領域によく留まることが示された．このことは，潮汐軌道進化を考慮した場合の両衛星の初期位置が共回転半径付近であることを自然に説明する．衛星の軌道離心率進化を追う数値実験では，軌道傾斜角がある程度減衰してもなお衛星と大気との間に一定の速度差があるため，傾斜角の減衰は効率的よく起こる．本研究の低角運動量大気による傾斜角減衰のタイムスケールは，松岡・倉本 (2018, JpGU, PPS07-02) で考慮されたKepler回転する大気における傾斜角減衰のタイムスケールが傾斜角の減少に伴い急激に増大するのとは対照的に，フォボスサイズの天体で数千年から数万年という上限値を有している．このこと

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

は，現在の火星衛星の軌道傾斜角が小さいことをよく説明する．このような傾向はΓが異なる値を持つ場合にも同様に認められ，ダイモスサイズの衛星ではフォボスサイズの衛星より速やかにこのような軌道進化が引き起こされる．

本研究で考えられた回転大気は，火星の自転角運動量の0.14 %という極めて小さな角運動量しか持たないにもかかわらず，現在の火星の衛星系の特徴をよく再現するような軌道進化を引き起こすことがわかった．

キーワード：火星衛星、衛星形成
Keywords: Martian moons, Satellite formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

原始月円盤の冷却進化過程を考慮した月形成 N 体計算
N-body simulations of Moon formation with cooling evolution of the protolunar disk

*佐々木 貴教[1]、細野 七月[2]
*Takanori Sasaki[1], Natsuki Hosono[2]

1. 京都大学 大学院理学研究科 宇宙物理学教室、2. 海洋研究開発機構
1. Department of Astronomy, Kyoto University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

月形成に関する数値計算は、ジャイアントインパクト前後についての SPH 計算（～1日）と、原始月円盤が完全冷却した後の N 体計算（～1月）が主に行われてきており、原始月円盤が冷却していく過程を考慮した長時間進化（～100年）の直接計算は過去に例が無い。本研究では、気液平衡二層構造を仮定した原始月円盤について、冷却進化を模擬した N 体計算コードを開発し、PEZY-SC を用いた長時間計算を行うことで、月円盤進化と月形成の過程を初めて同時進行的に解くことに成功した。その結果、1個の月が形成された先行研究とは異なり、複数の "mini-Moons" が形成されることが示された。

キーワード：月、形成、N体計算、原始月円盤、PEZY-SC
Keywords: Moon, formation, N-body simulation, protolunar disk, PEZY-SC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:黒川 宏之(東京工業大学 地球生命研究所)、田中 佑希(東京工業大学)

本セッションでは、広く惑星科学に関する研究発表と議論を行う。惑星科学とは、地球や他の惑星をはじめとする太陽系や系外惑星系の現在・過去・未来に関する様々な研究からなる学問であり、幅広い視点からの議論が望まれる。

10:45 ~ 11:00

[PPS06-07] Class 0/I 段階でのペブル集積による巨大惑星の形成可能性について

*田中 佑希[1]、塚本 裕介[2] (1.東京工業大学、2.鹿児島大学)

11:00 ~ 11:15

[PPS06-08] The effect of the three-dimensional gas flow around an embedded planet on pebble accretion

*桑原 歩[1]、黒川 宏之[2] (1.東京工業大学、2.地球生命研究所)

11:15 ~ 11:30

[PPS06-09] Icy pebble accretion onto terrestrial planets: the effect of gas flow

*黒川 宏之[1]、桑原 歩[2]、奥住 聡[2] (1.東京工業大学 地球生命研究所、2.東京工業大学)

11:30 ~ 11:45

[PPS06-10] ペブル集積による小惑星セレスへのアンモニア氷の供給

*奈良 悠冬[1]、奥住 聡[1]、黒川 宏之[2] (1.東京工業大学、2.東京工業大学　地球生命研究所)

11:45 ~ 12:00

[PPS06-11] Volatile-driven cryovolcanic eruption on asteroid Ceres as a probe to its interior

*湯本 航生[1]、長 勇一郎[1]、杉田 精司[1] (1.東京大学理学部地球惑星科学専攻)

12:00 ~ 12:15

[PPS06-12] M型星ハビタブルゾーン内の同期回転地球類似惑星における氷床形成

新井 総馬[1]、倉本 圭[1]、*石渡 正樹[1]、鎌田 俊一[1] (1.北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻)

Class 0/I 段階でのペブル集積による巨大惑星の形成可能性について
Possibility of giant planet formation by pebble accretion in Class 0/I YSOs

*田中 佑希[1]、塚本 裕介[2]
*Yuki Tanaka[1], Yusuke Tsukamoto[2]

1. 東京工業大学、2. 鹿児島大学
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Kagoshima University

近年の惑星形成における理論的研究では，原始惑星系円盤の中でのペブル集積というメカニズムが注目されている．この過程では，ペブルと呼ばれるセンチメートル程度のサイズの粒子が円盤内を移動し，これらが原始惑星に集積することで惑星成長が促進されると考えられている．これまでに，ペブル集積を仮定した巨大惑星形成やスーパーアース系の形成などの様々な研究が行われている．

一方で最近の電波観測では，明瞭なギャップとリング構造を持つ非常に若い円盤が多く発見されている．これらのギャップ・リング構造の原因はまだ明らかになっておらず，多数の理論モデルが存在するが，そのうちの一つとして円盤内にガス惑星が存在することによって円盤内に構造が形成されるという仮説が提唱されている．惑星の存在を仮定したシミュレーションでは，観測と同様のギャップ・リング構造が再現可能であることも示されている．しかし発見されているギャップの半径は比較的大きいため惑星形成のタイムスケールは長く，若い年齢で遠方の軌道にギャップを生成するような惑星が形成可能かどうかはよく分かっていない．

ここでは，一般に惑星形成が起こっていると考えられる段階より前の Class 0/I 段階での惑星形成に着目し，Class 0/I 天体周りの重力不安定な円盤の解析モデルとペブル降着のモデルを用いて，円盤進化の初期段階における惑星形成の可能性について検証する．その結果，Class 0/I 円盤の条件では質量降着率が大きいためにペブル集積のタイムスケールは典型的な原始惑星系円盤での値と比較して短くなることが判明した．しかし，集積のタイムスケールは常にガス降着率に伴って減少するわけではなく，パラメータによってはガス降着率が上昇するとペブル集積のタイムスケールが長くなる場合があることも見出した．さらに，推定したタイムスケールを用いて，異なるガス降着率やダストガス比などのパラメータのもとでの原始惑星の成長について検証した．これらの結果をもとに，Class 0/I 段階の間に巨大ガス惑星のコアを形成するのに必要な初期の微惑星/原始惑星の質量について議論する．

キーワード：惑星形成、原始惑星系円盤、ペブル集積、Class 0/I YSOs
Keywords: Planet formation, Protoplanetary disk, Pebble accreton, Class 0/I YSOs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The effect of the three-dimensional gas flow around an embedded planet on pebble accretion

*桑原 歩[1]、黒川 宏之[2]
*Ayumu Kuwahara[1], Hiroyuki Kurokawa[2]

1. 東京工業大学、2. 地球生命研究所
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Earth-Life Science Institute

Pebble accretion is a new model of planet formation, which may overcome several problems remaining in conventional planetesimal accretion theory. Accreting mm—cm-sized particles, called pebbles, onto the proto-cores can form the massive cores faster than accreting the planetesimals. In addition to the formation of the Jovian cores in a realistic timescale, pebble accretion scenario can explain the formation of various types of planets—for instance, close-in super Earths, water-rich planets, and the size distribution of terrestrial planets in the solar system. The key point of this scenario is that the pebbles experience not only the gravitational interaction with the proto-cores but also gas drag. The hydrodynamic effect is important when we consider the planet formation via pebble accretion.

Previous works have found the three-dimensional flow field around an embedded planet. Gas from the protoplanetary disk enters the Bondi or Hill sphere of the planet at high latitude and exits through the mid-plane region in the isothermal condition (Kuwahara et al. 2019). This recycling mechanism may have both positive and negative effect on the accretion of solid materials. When the particles are moving in the region at high latitude of the planet, the accretion may be promoted by the inflow of gas. On the other hand, if the particles are in the mid-plane region, the accretion of the particles can be suppressed by the outflow barrier. Though some studies considered the accretion of dust particles in the realistic flow field (Ormel 2013; Popovas et al. 2018ab), the effect on the accretion efficiency is not fully understood. This study aims to understand the hydrodynamic effect and to obtain the accretion efficiency of particles for the range of planetary masses and particle sizes.

In this study, using the numerical data obtained from three-dimensional hydrodynamical simulations, we numerically integrated the equation of motion of pebbles including the gravitational interactions and gas drag under the influence of the flow field in three dimensions. We also performed the similar calculations on the Keplerian shear flow field without the effect of planet gravity on the flow, then investigated how the description of the pebble accretion changed on the flow pattern, pebble size, and dimensionless planetary mass, $m=R_{\mathrm{Bondi}}/H$, where R_{Bondi} and H are the Bondi radius of the planet and disk scale height, respectively.

In the flow field, we found that the description of pebble accretion differs from that of in the Keplerian shear flow. Pebbles at high altitude tend to descend toward the planet because of the downward stream of gas. The accretion rate of pebbles became smaller than in the Keplerian shear flow. In spite of the pebbles descend toward the planet, the accretion of pebbles can be suppressed because of the effect of the flow field. Since the gas flows rapidly in the vicinity of the planet, the gas flow field deflects the trajectories of the pebble in the vicinity of the planet and reduces its accretion rate. The flow field has the stronger effect on the smaller pebbles. Based on these results, we will discuss the implications for planet formation via pebble accretion.

References:

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kuwahara, A., Kurokawa, H., & Ida, S. 2019, accepted for publication in A&A
Ormel, C. W. 2013, MNRAS, 428, 3526
Popovas, A., Nordlund, Å., Ramsey, J. P., & Ormel, C. W. 2018, MNRAS, 479, 5136
Popovas, A., Nordlund, Å., & Ramsey, J. P. 2018, MNRAS: Letters, 482, L107

キーワード：流体力学、原始惑星系円盤、惑星形成
Keywords: hydrodynamics, protoplanetary disk, planet formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Icy pebble accretion onto terrestrial planets: the effect of gas flow

*黒川 宏之[1]、桑原 歩[2]、奥住 聡[2]
*Hiroyuki Kurokawa[1], Ayumu Kuwahara[2], Satoshi Okuzumi[2]

1. 東京工業大学 地球生命研究所、2. 東京工業大学
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. Tokyo Institute of Technology

Earth, the only life-hosting planet we know, is characterized by the small water fraction in the bulk composition: the ocean mass being 0.023% of the Earth mass. Because the abundance of water control the physical and chemical evolution of planets by atmosphere-hydrosphere-lithosphere interactions and by changing the mantle properties, unveiling how water-depleted planets form is crucial for understanding the emergence of habitability on them. Pevious studies have pointed out that icy pebble accretion following the snow line migration in protoplanetary disks typically deliver an excess amount of water to terrestrial planets unless the initial size of the disk is small (30--50 au) or a giant planet in the outer orbit (e.g., Jupiter in our solar system) formed early (Morbidelli et al. 2016; Sato et all. 2016; Ida et al. 2019). In contrast to the previous studies where the accretion rate derived for pebbles moving in (sub-) Keplerian flow, we used the accretion rate derived for pebbles moving in the gas flow perturbed by the gravity of the planet (Kuwahara et al. 2019; Kuwahara et al. in prep.). The presence of horseshoe region and outflow shuts off the accretion of small pebbles. We show that, because migrating icy pebbles at ~1 au are small, the gas flow significantly suppress the accretion onto Earth-sized planets, whereas Mars-sized planets accretes a significant amount of icy pebbles. Our results suggest that Earth-like, water-depleted rocky planets may form in a disk-size range wider than previously considered and in the systems where no giant planet exists.

キーワード：惑星形成、水の起源、ペブル集積
Keywords: Planet formation, Origin of water, Pebble accretion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ペブル集積による小惑星セレスへのアンモニア氷の供給
Delivery of ammonia ice to Ceres by pebble accretion

*奈良 悠冬[1]、奥住 聡[1]、黒川 宏之[2]
*Yuto Nara[1], Satoshi Okuzumi[1], Hiroyuki Kurokawa[2]

1. 東京工業大学、2. 東京工業大学　地球生命研究所
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

近年，探査機Dawnの観測によって，セレス表面にアンモニア化層状ケイ酸塩の存在が示された．アンモニア化層状ケイ酸塩は，アンモニアを含む物質がセレス表面のケイ酸塩と化学反応してできたものと考えられる．しかし，現在のセレスの表面温度では，アンモニアは固体として存在することができない．したがって，アンモニア化層状ケイ酸塩の存在は，セレスが現在の位置よりも遠方で形成されたか，もしくはセレスが低温の原始太陽系星雲中のアンモニアを含んだ物質を捕獲したことを示唆している可能性がある．

本研究では，上記の2つの可能性のうち後者の可能性を検証することを目指し，原始太陽系星雲の中での小惑星による氷ダストの捕獲を計算するモデルを構築した．具体的には，粘性円盤モデルを用いて円盤ガスの面密度・温度構造の進化を計算し，かつそこでのダストの成長・移動を計算した．さらに，近年の研究で示されたペブル集積の解析公式を用いて，小惑星が捕獲する含アンモニア氷の量を計算した．

計算の結果，原始太陽系星雲の乱流が比較的強い場合には，セレスに厚さ ～ 10-100 kmの含アンモニア氷がペブル集積によって供給されることがわかった．この結果は，セレス表面にクレーターによる ～ 15 km 程度の起伏があり，アンモニア化層状ケイ酸塩が全球にわたって存在するという観測結果を説明しうる．さらに，含アンモニア氷の捕獲量は，小惑星サイズに強く依存することがわかった．このことは，セレスよりも小さな小惑星表面におけるアンモニア化層状ケイ酸塩の層が，セレスのそれに比べて非常に薄いことを予言する．

キーワード：ペブル集積、小惑星、原始太陽系星雲
Keywords: pebble accretion, asteroid, protosolar nebula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Volatile-driven cryovolcanic eruption on asteroid Ceres as a probe to its interior

*湯本 航生[1]、長 勇一郎[1]、杉田 精司[1]
*Koki Yumoto[1], Yuichiro Cho[1], Seiji Sugita[1]

1. 東京大学理学部地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo

Introduction: Imageries from NASA's DAWN mission revealed the presence of localized bright spots (or faculae) exhibiting brighter materials with likely composition of anhydrous sodium carbonate (De Sanctis et al., 2016) within the dark Ceres surface. These materials are assumed to be remnants of cryovolcanic ejecta which ascended from brine reservoirs thorough impact induced fractures. Quick et al., (2018) showed that excess pressure caused by the gradual freezing chamber could be a driving source for its ascent. However, DAWN image revealed the presence of both explosive (e.g. Vinalia faculae) and effusive (i.e. Cerealia facula and Ahuna Mons) eruptions, implying the possibility that fragmentations of cryomagma are induced by exsolved volatiles and this could be a primal driving source.
Objectives: Volatile exsolution are known to play an important role in ascent dynamics of silicate volcanism, and it enables ascent of relatively high density cryomagmas, but their contributions to cryovolcanism are not well understood. This study attempts to obtain new constraints on the properties of a subsurface brine reservoir and conduit geometry based on phase equilibria and model calculations.
Model: The equilibrium composition of CO_2-H_2O-NaCl system by Akinfiev & Diamond (2010) was used as the cryomagma composition. The cryomagma is assumed to have a viscosity of 10^5-10^8 Pa s (Quick et al., 2018), and this slurry-like rheology constrains the temperature within the solidus and liquidus curves along decompression. If we assume ascents to be isothermal at velocity $>10^{-3}$ m/s (Quick et al., 2018) and salinity lower than the stability region of hydrohalites, then the temperature of cryomagma should be within ~260 - 270 K, consistent with impact simulation (Bowling et al., 2018), and salinity <~20 wt%. One-dimensional 2-phase (i.e. cryomagma and exsolved gaseous volatile) steady flow in a cryovolcanic conduit was modelled with the theory developed by Kozono & Koyaguchi (2009) for terrestrial volcanoes. Major modifications in our model were, adjustment of the henry's law, application of choking condition at the surface, and the liquid stability of CO_2. The depth, volatile content, viscosity of brine reservoir, and conduit radius were constrained from the estimated explosive eruption velocity of Vinalia faculae 26 - 54 m/s (Quick et al., 2018) derived from its emplaced radius.
Result and Discussion: Calculation results indicated that for a given viscosity (e.g, 10^5 Pa s), a series of combinations of conduit radius and volatile content, ranging from 10 m and 4 - 7 wt% to 50 m and 0.8 - 3 wt%, 200 m and 0.7 - 3 wt%, can achieve the above eruption velocity. Note that plausible conduit radii should lie within 1 - 100 m (Fagents 2003) and robust upper limit is given by observed radii of vent-like feature ~200 m. We found that reservoir depths have little influence on eruption velocities. For a given viscosity (10^6 Pa s), similar combinations of conduit radius and volatile content ranging from 50 m and 2 - 3 wt% to 200 m and 0.7 - 3 wt% can achieve the eruption velocity. Although higher viscosity $>10^7$ Pa s can achieve similar eruption velocity when a larger conduit radius >100 m is assumed, such large conduits are not consistent with estimations (Quick & Marsh, 2016). Results for explosive eruptions experienced fragmentation at >100 m depth and showed that volatiles could drive the ascent and cause fragmentation of cryomagmas. If effusive eruptions occurred from the same reservoir, conduit radii should be <1 m. However, the probable abundance of such conduits is inconsistent with the lack of effusive eruptions on Ceres and thus could have formed differently, such as diapiric ascents (Buczkowski et al., 2018). Our model calculations showed that cryomagmas could be volatile-driven and may cause

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

fragmentations to erupt explosively. Also, constraints from our calculation showed that Ceres subsurface could be volatile-rich than previously assumed.

キーワード：セレス、氷火山、ドーン、明斑点、噴出
Keywords: Ceres, cryovolcano, DAWN, facula, eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

M型星ハビタブルゾーン内の同期回転地球類似惑星における氷床形成
Ice sheet formation on synchrnously rotating earth-like planets in M-dwarf abitable zones

新井 総馬[1]、倉本 圭[1]、*石渡 正樹[1]、鎌田 俊一[1]
Soma Arai[1], Kiyoshi Kuramoto[1], *Masaki Ishiwatari[1], Shunichi Kamata[1]

1. 北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻
1. Department of Cosmosciences, Graduate school of Science, Hokkaido University

M型星近傍に存在する地球型惑星は同期回転状態にあると考えられている (Von Bloh et al, 2007)。これらの惑星のうち、鉛直１次元大気モデルによって定義されるハビタブルゾーン内に存在するものは、惑星表面上に液体の水を有すると期待されている。しかし、同期回転状態にある場合、固定された夜半球の存在により、温暖な昼半球から寒冷な夜半球に輸送された水蒸気が氷として固定され、惑星表面上から液体の水が失われてしまう可能性がある。Menou (2013)は、この問題について検討するため、水深50mの海を与えた同期回転惑星の設定で大気大循環モデル(GCM)実験を行い、降水量と蒸発量から惑星上に形成される氷床の厚さを見積もった。その結果、夜半球に形成される氷床量は、惑星表層の総水量に達する可能性があることを示した。しかしMenou (2013)では氷床厚を見積もるために地形無しの設定を用いたGCM実験の結果を使用している。氷床の成長に伴い地表面高度の分布は変化するので、大気循環は影響を受け降水分布・蒸発分布も変化するはずである。このため氷床の厚さはMenou (2013)により見積もられたものとは大きく変わってくる可能性がある。そこで本研究では、夜半球に形成される氷床による高度分布の変化の影響を調べるため、氷床形成によって生じると予想される高度分布を与えたGCM計算を行った。

用いたモデルはDCPAM5(https://www.gfd-dennou.org/library/dcpam/) である。大気成分・惑星半径などの外部パラメータは地球と同じ値のものを用い、全球が常時水ないし氷で覆われた水惑星実験と、昼半球の初期水深に20cmを与え、表層水の流れは無視し、液体水の水平表層分布が大気輸送の結果決まる陸惑星実験を行った。地表面アルベドとして0.15の固定値を与えた。まず地形を無視した1500日の積分を実行し、降水量・蒸発量分布から表面に固定される水量と氷床底面における氷の融解量から夜半球に形成される氷床の厚さを診断する。次に、こうして得られた氷床の厚さ分布を表面高度として与えた1500日積分を実行し、氷床厚を再診断する。これを数回繰り返し、それ以上氷床の厚さが変化しない平衡状態を探った。その結果、陸惑星実験の場合には夜半球に標高4000mを超えるほぼ平衡状態に達した氷床が得られた。水惑星実験では、平衡状態が今回の逐次計算では得られず、途中経過として夜半球に標高1万mを超える氷床が形成された。この地形を与えた実験では、昼半球の表面温度も273Kを下回るようになり、全球凍結状態が発生の可能性が示唆された。これは高高度の夜半球から低高度の昼半球へ流れこむ冷気流によって昼半球の地表面が冷却しているためだと我々は考えている。本実験では氷によるアルベド上昇の効果は無視しているため、この結果は氷床地形に影響を受けた大気循環の効果により全球凍結状態が発生し得ることを示唆するものとなっている。

キーワード：同期回転惑星、大気大循環モデル、氷床、全球凍結状態、液体の水の存在
Keywords: synchronously rotating planets, atmospheric general circulation model, ice sheet, globally ice-covered state, existence of liquid water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:荻原 正博(国立天文台)、藤井 悠里(名古屋大学)

本セッションでは、広く惑星科学に関する研究発表と議論を行う。惑星科学とは、地球や他の惑星をはじめとする太陽系や系外惑星系の現在・過去・未来に関する様々な研究からなる学問であり、幅広い視点からの議論が望まれる。

13:45 ~ 14:00

[PPS06-13] 非等温円盤におけるType1惑星移動の三次元線形解析

*岡田 航平[1]、田中 秀和[1] (1.東北大学理学研究科)

14:00 ~ 14:15

[PPS06-14] 中心星質量による原始惑星系円盤進化の変化

*中野 龍之介[1]、鈴木 建[1]、荻原 正博[2]、小久保 英一郎[2] (1.東京大学、2.国立天文台)

14:15 ~ 14:30

[PPS06-15] 周惑星円盤の形成に関する輻射流体力学シミュレーション

*藤井 悠里[1]、Gressel Oliver[2]、富田 賢吾[3]、Zieglar Udo[2] (1.名古屋大学高等研究院 (理学研究科)、2.Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam、3.大阪大学)

14:30 ~ 14:45

[PPS06-16] 原始惑星系円盤の非効率な磁気降着加熱：スノーラインの進化への影響

*森 昇志[1]、Xuening Bai[2]、奥住 聡[3] (1.東京大学大学院理学系研究科天文学専攻天文学教室、2.清華大学天体物理学センター、3.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

14:45 ~ 15:00

[PPS06-17] 大気降着を考慮したN体計算によるスーパーアースの形成

*荻原 正博[1]、堀 安範[2,1] (1.国立天文台、2.アストロバイオロジーセンター)

15:00 ~ 15:15

[PPS06-18] 平均運動共鳴軌道における惑星系の軌道安定時間に対する惑星中心星質量比の変化の影響

*松本 侑士[1]、荻原 正博[2] (1.中央研究院天文及天文物理研究所、2.国立天文台)

非等温円盤におけるType1惑星移動の三次元線形解析
Three-dimensional linear calculation for non-isothermal type 1 planetary migration

*岡田 航平[1]、田中 秀和[1]
*Kohei Okada[1], Hidekazu Tanaka[1]

1. 東北大学理学研究科
1. Tohoku University

惑星落下問題は惑星形成論における未解決問題の一つである。惑星はガス円盤に密度波を励起しその反作用により惑星は恒星へ急速に落下するので、それが問題になっている。本研究では、新たに温度勾配を含めた三次元線形計算を行い、従来研究よりも正確に反作用のトルクを求めた。

これまで、惑星にかかるトルクの計算は線形計算と数値流体計算の両方により調べられてきたが、三次元の線形計算は等温円盤のみに限定されていた。これは円盤動径方向の温度勾配を含めた三次元線形計算は発散を含むためであった。この発散の問題は未だ解決されておらず、最近行われている三次元数値流体計算の結果を線形計算で検証することができていなかった。

原始惑星系円盤と惑星の重力相互作用の三次元線形計算においては、円盤回転方向（z方向）の速度成分を持たない二次元的波とz方向速度成分を持つ三次元的波が存在する。このうち、三次元的波が温度勾配の効果で発散するのだが、三次元的波の惑星へのトルクの寄与はわずか数%程度と小さいことが従来研究で明らかになっている。そこで本研究では、寄与が小さいと考えられる三次元的波を無視することで温度勾配がある場合のトルクを近似的に求めた。実際、三次元流体計算において発散の兆候が見られないため、この近似は有効と期待できる。この近似のもと非等温円盤におけるType1惑星移動の三次元線形解析を行なった。その結果得られたトルクは他の研究で行われた三次元数値流体計算の結果とよく一致した。これにより、この三次元数値流体計算は精度が高いことが確認できた。

キーワード：原始惑星系円盤、惑星移動、線形解析
Keywords: Protoplanetary disks, Planetary migration, Linear theory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中心星質量による原始惑星系円盤進化の変化
Dependence of Central star mass on Protoplanetary disk evolution

*中野 龍之介[1]、鈴木 建[1]、荻原 正博[2]、小久保 英一郎[2]
*Ryuunosuke Nakano[1], Takeru Suzuki[1], Masahiro Ogihara[2], Eiichiro Kokubo[2]

1. 東京大学、2. 国立天文台
1. University of Tokyo, 2. National Astronomical Observatory of Japan

これまでに4000個を超える太陽系外惑星が発見されてきた。この中には地球の様な岩石惑星の発見も増えてきている。一方でこの様な惑星系が、どの様に誕生しさらに進化してきたのかは大きな不確定性要素がある。惑星系形成および進化を考える上で、初期段階にあたる原始惑星系円盤の時間進化の理解は本質的に重要である。円盤はダストとガスから出来ており、岩石惑星の形成進化はダストが中心的役割を果たすが、ダストの動力学や成長を解明する上で背景のガス成分の物理状態を理解することが不可欠である。円盤の散逸は中心星からの放射による光蒸発や磁気駆動円盤風に担われるが、これらが時間とともにどの様に寄与し、更に中心星質量の違いにより異なるのかは分かっていない。

本研究ではX線による光蒸発(Owen et al. 2012)と磁気駆動円盤風(Suzuki & Inutsuka et al. 2009)を考慮した、原始惑星系円盤のガス成分の動径方向１次元のシミュレーションを行い、中心星質量の違いにより円盤進化がどの様に異なるかを調査した。

中心星質量の異なるシミュレーション行い、例えば1auで観測可能なレベル以下の円盤ガス面密度以下になるまでの消失時間を比較すると、中心星質量が大きい程短くなるが、これは主に光蒸発が大質量星ほどよく効くからである。

一方で、水の氷の存在の内縁である雪線で円盤の消失時間を見積もると、中心星質量が小さいほど早く内側が消失する。なぜなら、中心星質量が軽くなると、雪線の位置は急激に中心星の近傍へと移動するからである。

キーワード：原始惑星系円盤、小質量星
Keywords: Protoplanetary disk, Low mass stars

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

周惑星円盤の形成に関する輻射流体力学シミュレーション
Radiation Hydrodynamic Simulations of the Formation of Circumplanetary Disks

*藤井 悠里[1]、Gressel Oliver[2]、富田 賢吾[3]、Zieglar Udo[2]
*Yuri Fujii[1], Oliver Gressel[2], Kengo Tomida[3], Udo Zieglar[2]

1. 名古屋大学高等研究院 (理学研究科)、2. Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam、3. 大阪大学
1. Institute for Advanced Research, Nagoya University, 2. Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam, 3. Osaka University

規則衛星や惑星大気の形成は、惑星近傍へのガスの流入の様子に依存する。十分大きな惑星の周りには、周惑星円盤と呼ばれるガス円盤が形成され、ガスは惑星に直接集積せずに円盤を通して降着すると考えられている。しかし、近年の数値シミュレーションによる研究では、高温の場合には円盤が形成されずに、ガスの分布が広がったエンベロープ形状になるということが報告されている。よって、本研究では温度構造を正しく計算することが重要であると考え、水素分子の解離等の化学反応を考慮した状態方程式を用いて周惑星円盤の形成に関する3次元輻射流体力学シミュレーションを行った。本研究ではグローバル計算を行い、惑星の周りの解像度を上げるために解適合格子法を用いた。我々のシミュレーションでは、先行研究と同様の温度領域に達したにも関わらず、ほぼケプラー回転する円盤の形成が確認できた。

キーワード：周惑星円盤、輻射流体力学シミュレーション、衛星形成
Keywords: circumplanetary disks, radiation hydrodynamic simulations, satellite formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

原始惑星系円盤の非効率な磁気降着加熱：スノーラインの進化への影響
Inefficient Magnetic Accretion Heating in Protoplanetary Disks: Evolution of The Snow Line

*森 昇志[1]、Xuening Bai[2]、奥住 聡[3]
*Shoji Mori[1], Xuening Bai[2], Satoshi Okuzumi[3]

1. 東京大学大学院理学系研究科天文学専攻天文学教室、2. 清華大学天体物理学センター、3. 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Astronomy, The University of Tokyo, 2. Tsinghua Center for Astrophysics, Tsinghua University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

地球型惑星の形成過程を解明するには、円盤内側の構造を知ることが重要である。原始惑星系円盤の内側領域の温度は降着加熱によって決定されると考えられている。降着加熱において、円盤ガス降着時のエネルギーが円盤内の乱流によって散逸すると考えられてきた。原始惑星系円盤の乱流は円盤内部でエネルギー散逸を起こすために熱が円盤内に蓄積し、ガス温度を効率よく上昇させる。しかし近年の研究によれば、円盤内側の領域(数AU)では非理想磁気流体効果が乱流を抑制し、むしろ円盤風の磁気応力によってガス降着が起こる。この時エネルギー散逸は円盤風の磁場のジュール加熱によって起こると考えられる。

本研究の目的は、非理想磁気流体効果を考慮し降着加熱を調べ、円盤内側領域の温度構造を明らかにすることである。本研究では局所計算領域における非理想磁気流体力学シミュレーションを行い、得られたエネルギー散逸(加熱)分布から鉛直方向の温度分布を計算した。計算の結果、基本的に円盤上層(赤道面から3スケールハイト程度)で加熱がおきるために従来の乱流円盤モデルよりも降着加熱が非効率的となることが分かった。また降着時に発生するエネルギーの８０%程度が円盤風として流出する。これらの理由から照射加熱が円盤温度を決定づけるということが分かった。 発表では計算結果に基づいた温度モデルから水スノーラインの時間進化を計算し、地球の形成過程についても議論する。

キーワード：原始惑星系円盤、磁気流体力学シミュレーション、スノーライン
Keywords: Protoplanetary disks, Magnetohydrodynamic simulation, Snow line

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気降着を考慮したN体計算によるスーパーアースの形成
Formation of super-Earths and their atmospheres with *N*-body simulations

*荻原 正博[1]、堀 安範[2,1]
*Masahiro Ogihara[1], Yasunori Hori[2,1]

1. 国立天文台、2. アストロバイオロジーセンター
1. National Astronomical Observatory of Japan, 2. Astrobiology Center

A large number of super-Earths have been discovered by various exoplanet search programs that include the Kepler mission, which provide the perfect opportunity for a development of planet formation theory. In fact, recent *N*-body simulations have made major progress in understanding the origin of close-in super-Earths (e.g., Izidoro et al. 2017; Ogihara et al. 2018). In these previous studies, they focus on orbital properties (e.g., period-ratio distribution) and aim to reproduce them.

In this study, we also pay attention to the amount of atmospheres and make further progress in formation models of super-Earths. According to the mass-radius relation of transiting super-Earths, it is unlikely that they generally possess massive atmospheres. This is consistent with the fact that the occurrence rate of hot Jupiters is considerably smaller than that of close-in super-Earths. The amount of atmospheres would provide useful constraints on the development of formation models of super-Earths. The gas accretion onto super-Earth cores depends on several factors (e.g., formation history, disk evolution); therefore it is crucial to follow the planetary growth, the orbital evolution, and the atmospheric accretion self-consistently.

We perform *N*-body simulations of super-Earth formation in an evolving disk considering the accretion of atmospheres. In our simulations, we also consider the pebble accretion, which is a physical process in which protoplanets grow rapidly through accumulation of small particles under gas drag. The pebble accretion would help to accelerate the core formation of gas giants in the outer region. Moreover, the pebble accretion may play an important role in the accretion of close-in super-Earths.

In this presentation, we are going to discuss several important questions about the origin of super-Earths. For example, we aim to reveal realistic formation processes by results of *N*-body simulations that include the atmospheric accretion, the pebble accretion, and the disk evolution. Then we discuss properties of formed super-Earths and compare with observed super-Earth systems. We also determine whether the pebble accretion can prevent the accumulation of massive atmospheres.

キーワード：スーパーアース、N体計算、惑星形成、ペブル集積
Keywords: Super-Earths, N-body simulation, Planet formation, Pebble accretion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平均運動共鳴軌道における惑星系の軌道安定時間に対する惑星中心星質量比の変化の影響

The orbital stability of planets in resonances: the evolution of mass ratio

*松本 侑士[1]、荻原 正博[2]
*Yuji Matsumoto[1], Masahiro Ogihara[2]

1. 中央研究院天文及天文物理研究所、2. 国立天文台
1. Academia Sinica Institute of Astronomy and Astrophysics, 2. National Astronomical Observatory of Japan

Many systems composed of Earth or super-Earth sized planets are observed to date (e.g., Gillon et al., 2017). In some systems, three or four adjacent planets are in a series of mean motion resonances, called resonant chains (Mills et al., 2016; Luger et al., 2017). The resonant chain can be reproduced when the planets migrate inward (e.g., Ogihara & Ida 2009; Izidoro et al., 2017; Bitsch et al., 2019). After gas depletion, planets in resonant chain become orbitally unstable when their number exceeds the critical number that the planets are stable in resonance (Matsumoto et al., 2012). Izidoro et al. (2017) showed over half systems hold more than five planets in their simulations that planets are stable in resonant chain after gas depletion. The disagreement of the number of planets in resonant chain between observations and simulations can be explained by some mechanism reduces the orbital stability of planets in resonances.

The mass ratios between planets in close-in orbits and their central stars would not keep the same value after their formation. There are some mechanisms that super-Earths lose their envelopes, e.g., energy limited escape (Owen 2018). Also, young stars lose their mass by the stellar wind and coronal mass ejection (Cranmer 2017).

We perform simulations that the planets trapped in the first order resonant chain considering their mass ratio change. At first, planets migrate in the disk gas and are trapped in the resonant chain composed of the same resonant commensurability. Then, the disk gas is removed and the mass ratio between planets and the central star is changed, exponentially. When the number of planets in resonant chain exceeds the critical number corresponding resonant chain, their crossing time increases as the mass ratio decreases since the separation normalized by Hill radii becomes larger. In the cases that the resonant systems hold less planets than the critical number, planets sometimes cause orbital instability when their mass ratios change. In some conditions, the orbits of planets in resonant chain become unstable, when their mass ratios decrease only a few percent. Such instabilities tend to occur in systems that hold more planets.

キーワード：軌道安定性、平均運動共鳴
Keywords: orbital stability, mean motion resonance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-PS06] 惑星科学

コンビーナ:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)、仲内 悠祐(宇宙航空研究開発機構)、座長:黒崎 健二(名古屋大学大学院 理学研究科)、仲内 悠祐(JAXA/ISAS)

本セッションでは、広く惑星科学に関する研究発表と議論を行う。惑星科学とは、地球や他の惑星をはじめとする太陽系や系外惑星系の現在・過去・未来に関する様々な研究からなる学問であり、幅広い視点からの議論が望まれる。

15:30 ~ 15:45

[PPS06-19] Experimental study on the structure of shock remnant magnetization

*加藤 翔太[1]、佐藤 雅彦[1]、黒澤 耕介[2]、潮田 雅司[3]、長谷川 直[4] (1.東京大学地球惑星科学専攻、2.千葉工業大学惑星探査研究センター、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、4.宇宙航空研究開発機構)

15:45 ~ 16:00

[PPS06-20] 2018年ふたご座流星群に伴う月面衝突閃光の低分散スペクトル

*柳澤 正久[1]、内田 有紀[1]、栗原 誠弥[1]、阿部 新助[2]、布施 綾太[2]、小野寺 圭祐[3,4]、山田 竜平[5] (1.電気通信大学情報理工学研究科、2.日本大学理工学部、3.総合研究大学院大学、4.宇宙科学研究所/宇宙航空研究開発機構、5.会津大学コンピュータ理工学部)

16:00 ~ 16:15

[PPS06-21] 小惑星表面を模擬した砂・石膏標的を用いた高速度クレーター形成実験

*杉村 瞭[1]、荒川 政彦[1]、保井 みなみ[1]、石黒 琢也[1] (1.神戸大学)

16:15 ~ 16:30

[PPS06-22] 土星リング粒子を模擬した多孔質氷球の衝突過程に関する実験的研究

*豊田 優佳里[1]、保井 みなみ[1]、荒川 政彦[1] (1. 神戸大学大学院理学研究科)

16:30 ~ 16:45

[PPS06-23] IN-SITU FORMATION OF THE URANIAN SATELLITES FROM WIDE DEBRIS DISK FORMED BY GIANT IMPACT

*石澤 祐弥[1]、佐々木 貴教[1]、細野 七月[2] (1.京都大学 大学院理学研究科 宇宙物理学教室、2.海洋研究開発機構)

16:45 ~ 17:00

[PPS06-24] 巨大衝突現象が及ぼす巨大氷惑星の自転軸変動への影響

*黒崎 健二[1]、犬塚 修一郎[1] (1.名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻)

Experimental study on the structure of shock remnant magnetization

*加藤 翔太[1]、佐藤 雅彦[1]、黒澤 耕介[2]、潮田 雅司[3]、長谷川 直[4]
*Shota Kato[1], Masahiko Sato[1], Kosuke Kurosawa[2], Masashi Ushioda[3], Sunao Hasegawa[4]

1. 東京大学地球惑星科学専攻、2. 千葉工業大学　惑星探査研究センター、3. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、4. 宇宙航空研究開発機構
1. The University of Tokyo, 2. Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, 3. Geological Survey of Japan, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. Japan Aerospace Exploration Agency

惑星磁場の変動に関する情報は惑星の大気進化や内部進化の理解において重要な役割を果たすが、月・火星・水星などの惑星磁場の変動に関する記録は適切な岩石試料がほとんど存在していないために限られている。そのため、過去の惑星磁場の推定手法の開発は重要である。

天体衝突時の惑星磁場は地殻岩石中の磁性鉱物に衝突残留磁化として記録され、磁気異常として探査機によって観測される。クレーターの磁気異常は年代が精度良く決まるために過去の磁場の変動の記述に適するが、各点の残留磁化による磁場の和が磁気異常として観測されるため衝突残留磁化の構造の理解が重要である。衝突残留磁化の構造に関する過去の研究としてSQUID(超伝導量子干渉計)顕微鏡を用いた衝突実験試料の薄片観察が報告されている(Gattacceca et al., 2010)。Gattacceca et al. (2010)では、衝突残留磁化は試料内で均質と報告されているが、衝突時の温度・圧力に応じた空間構造が存在すると考えられる。

そこで本研究では衝突残留磁化の構造の解明を目的とし、磁場中で衝突実験を行った岩石試料を細分化してその残留磁化を測定した。ターゲットには直径10 cm高さ10 cmの円柱形の玄武岩を用い、衝突実験の前に80 mTで自然残留磁化を交流消磁した。この玄武岩試料の磁気的性質を調べるために同一の岩片試料の各種の磁気測定を実施した。衝突実験には宇宙科学研究所の二段式軽ガス銃を用いた。真空チャンバー中に３層磁気シールドを入れて外部磁場の遮蔽を行い、さらに磁気シールド内にソレノイドコイルを入れて衝突時の磁場を制御した。今回は衝突時の磁場を強度0 μTと100 μTとし方向は円柱形試料の軸に平行に設定して実施した。プロジェクタイルには直径2 mmのAl球を用いた。先行研究との違いを明確に示すには可能な限り大きな衝突磁化構造を回収する必要がある。そこで衝突速度は本実験施設で達成可能な最高速度である約7 km/sとした。衝突実験後の試料のクレーター中心を含む領域を岩石カッターによって3 mm角立方体に細分化した。さらに、高知大学海洋コア総合研究センターにおいて各立方体試料の段階交流消磁を2 mTより80 mTまで実施し超伝導磁力計を用いて残留磁化を測定した。

衝突時磁場0 μTでの衝突残留磁化の強度は最大$1.0 10^{-4}$Am^2/kgであった。一方で、磁場100μTでの衝突残留磁化強度は$1.0 10^{-4}$Am^2/kgに対して有意に大きく、衝突残留磁化の強度に磁場の有無が大きく影響することが示された。本研究では衝突時磁場100 μTでの衝突残留磁化の構造を得ることに成功し、以下の特徴が見られた：(1)衝突点からの距離で決まる球対称構造、(2)衝突点から距離12 mm以内では距離に対して増加傾向、特に衝突点から6–9 mmの領域では高保磁力成分に富む、(3)衝突点から距離12–40 mmの領域では強度が距離に反比例する傾向であった。この結果をiSALE(Impact-Sale)による温度・圧力変化の数値計算の結果と比較を行った。10℃以上の温度上昇が距離13 mm以内で生じ(2)の領域での磁化の獲得に温度変化が関与していると考えられ、(3)の領域では温度変化はほぼ見られず圧力変化が支配的であると考えられる。また、圧力変化が1 GPa以下の領域では残留磁化強度が圧力の1次関数でよく説明でき、1 GPa以下で実験を行い試料全体の衝突残留磁化強度が圧力に比例すると報告しているNagata, (1971)の結果と整合的であった。

本研究で確立した手法により、衝突点からの距離に対する衝突残留磁化の変化を定量的に評価することが可能となった。今後は本手法を用いて各種実験を行っていく事で、実際のクレーター周辺における衝突残留磁化のモデルを構成可能であると考えられ、衝突残留磁化のモデルより計算される磁気異常をクレーター上の磁気異常の観測値と比較することによりクレーター形成時の磁場が推定できると期待される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

謝辞: G. Collins, K. Wünnemann, B. Ivanov, J. Melosh, and D. Elbeshausenを始めとするiSALEの開発者の方々にこの場を借りて謝意を表します。

キーワード：衝突残留磁化、planetary paleofield、磁気異常
Keywords: shock remnant magnetization, planetary paleofield, magnetic anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年ふたご座流星群に伴う月面衝突閃光の低分散スペクトル
Low-dispersion spectra of lunar impact flashes in 2018 Geminids

*柳澤 正久[1]、内田 有紀[1]、栗原 誠弥[1]、阿部 新助[2]、布施 綾太[2]、小野寺 圭祐[3,4]、山田 竜平[5]
*Masahisa Yanagisawa[1], Yuki Uchida[1], Seiya Kurihara[1], Shinsuke Abe[2], Ryota Fuse[2], Keisuke Onodera[3,4], Ryuhei Yamada[5]

1. 電気通信大学情報理工学研究科、2. 日本大学理工学部、3. 総合研究大学院大学、4. 宇宙科学研究所/宇宙航空研究開発機構、5. 会津大学コンピュータ理工学部
1. The University of Electro-Communications, 2. Nihon University, 3. SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), 4. Institute of Space and Astronautical Science/Japan Aerospace Exploration Agency, 5. The University of Aizu

太陽系内の衝突では、実験室では再現の難しい10 km/sを越える速度で起こるものが多い。このような衝突では、これ以下の速度では起こらないシリケイトや鉄等の溶融、蒸発、プラズマ化が起こる。このような過程を伴う高速度衝突の理解は惑星科学にとって重要な課題であるが、実際にどのような現象が起こるのかはよく分かっていない。月面衝突閃光の観測からこの問題にアプローチすることができる。

月面衝突閃光の発生頻度や明るさ、その時間変化に関しては幾つかの研究結果が報告されている。しかしスペクトルに関する報告はわずかである。我々は、月震研究のための衝突閃光観測を試みるSAKURA日仏合同観測プロジェクトの一環として可視光用簡易スペクトルカメラ(図1)[1]による2018年12月のふたご座流星群に伴う月面衝突閃光の観測を行った。電気通信大学(東京都調布市)では、口径450 mm、焦点距離2015 mmのニュートン式反射望遠鏡および、口径280 mm、実効焦点距離920 mmのシュミットカセグレン式反射望遠鏡に取り付けたスペクトルカメラで観測を行い、日本大学(千葉県船橋市)では、口径400 mmの望遠鏡に取り付けた通常の動画カメラを主力として観測を行った。

12月15日晩(JST)に13個の閃光が電気通信大学から検出され、この内9個は日本大学でも同時検出された。同時検出されなかったものについては、観測装置の感度の違いや観測の一時的な中断などが考えられるが、詳細の調査は今後の課題である。13個の閃光をAからMと名付けた。その月面上での位置を図2に示す[2]。30分おきに行った比較星のスペクトル像を基準にして閃光のスペクトルを求めた[2, 3]。一例を図3に示す。ほとんどの閃光は約3000 Kの黒体放射スペクトルでよく近似できるが、そうでないものもあった。前者については衝突時に発生した融けた岩石の微小液滴からの黒体放射と考えれば説明がつきそうであるが、後者については発光メカニズムがよく分からない。宇宙ゴミによる太陽光の反射である可能性もある。

参考文献：[1] 柿沼文広，月面閃光観測用スペクトルカメラ，電気通信大学 修士論文 情報・通信工学専攻，2016，http://id.nii.ac.jp/1438/00008427/。[2] 内田有紀，月面閃光の低分散スペクトルⅠ，電気通信大学 修士論文 基盤理工学専攻，2018。[3] 栗原誠弥，月面閃光の低分散スペクトルⅡ，電気通信大学 修士論文 基盤理工学専攻，2018。

キーワード：月面衝突閃光、スペクトル、衝突
Keywords: lunar impact flash, spectrum, impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

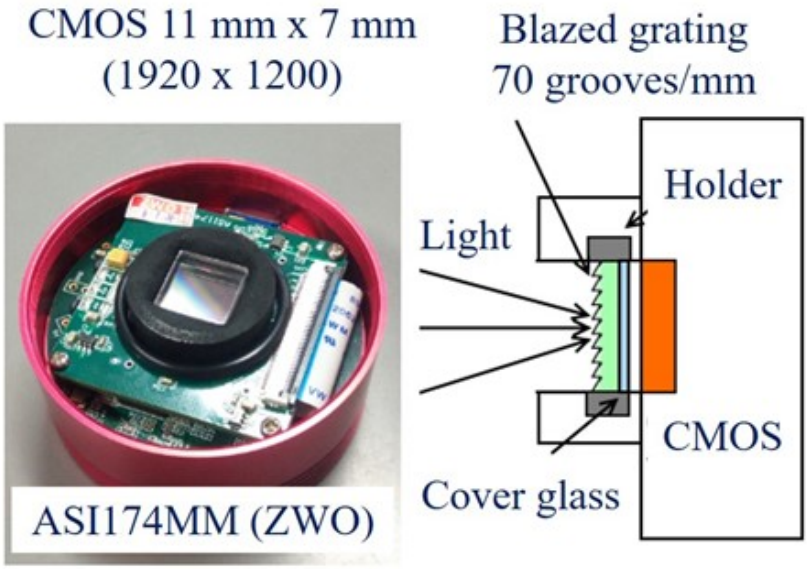


Figure 1. A simple spectral camera [1]. A grating is glued on the cover glass of a CMOS image sensor.

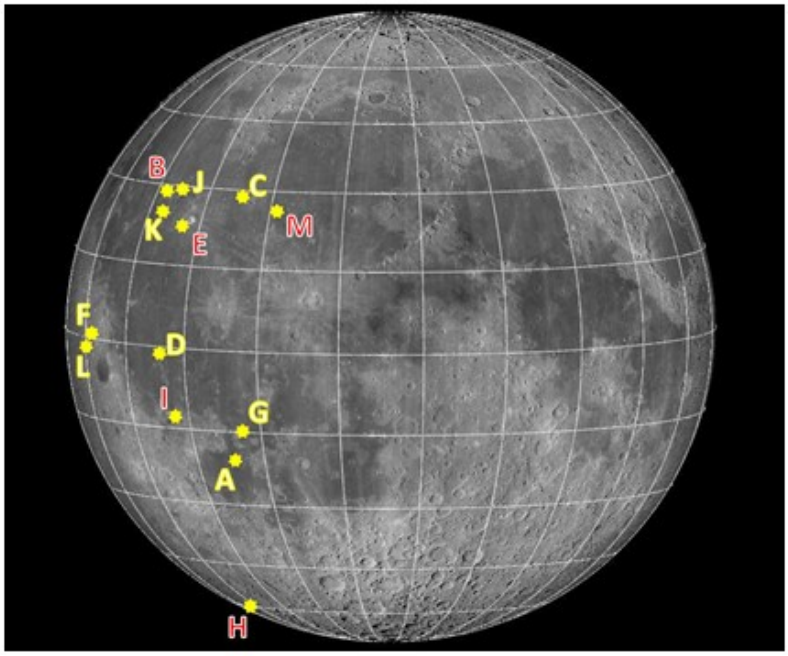


Figure 2. Locations of impact flashes (A-M) observed on December 15, 2018 [2].

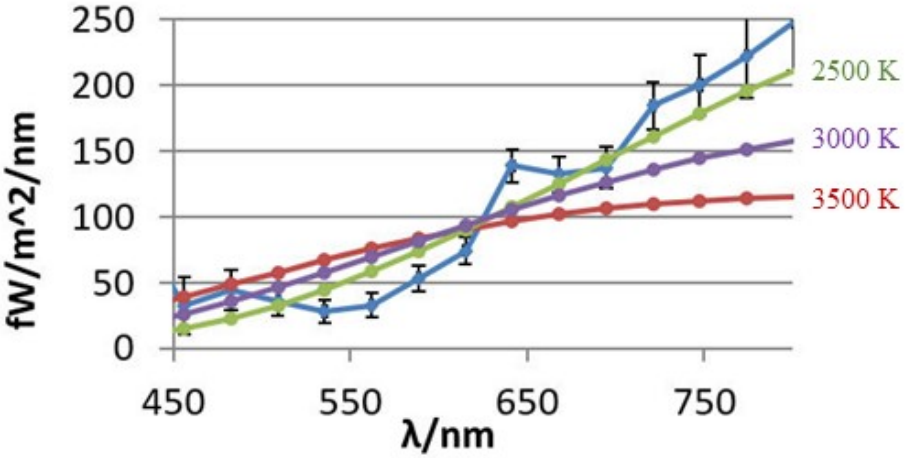


Figure 3. The spectrum of H impact flash. Black body spectra are shown with smooth lines [2].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小惑星表面を模擬した砂・石膏標的を用いた高速度クレーター形成実験
High velocity cratering experiments on sand-gypsum targets simulating asteroids

*杉村 瞭[1]、荒川 政彦[1]、保井 みなみ[1]、石黒 琢也[1]
*Ryo Sugimura[1], Masahiko Arakawa[1], Minami Yasui[1], Takuya Ishiguro[1]

1. 神戸大学
1. Kobe University

近年の惑星探査や地上観測の結果、小惑星は高空隙率であることが分かってきた。例えば、現在探査されているC型小惑星Ryuguは密度が1.27g/cm^{3}であることが確認されており、C型小惑星を母天体とする炭素質コンドライト隕石の密度と比較して、50%以上の空隙率をもつと推定される。この空隙率と強度との間には密接な関係性がある。Yan and Sassa(2016)は地球の玄武岩の空隙率と圧縮強度の関係を室内実験で調べた結果、空隙率が30%の玄武岩の圧縮強度は、0%に比べて1桁近く小さくなることが分かった。従って、空隙率が50%以上もあると考えられる小惑星の表面強度は、さらに低い可能性が高い。一方、小惑星上には数多くの衝突クレーターが観測されている。小惑星上のクレーター形成過程を明らかにするため、これまで砂や氷、玄武岩など様々な物質を用いたクレーター形成実験が行われてきた。そして、これらの室内の実験結果を小惑星上に形成されるクレーター形成過程に適用するために、クレータースケーリング則がHousen & Holsapple (2011)によって提案されている。しかし、これまで調べられている比較的高強度のスケール則を多孔質小惑星表面の低強度に外挿できるかどうかは不明であり、室内実験でも低強度下での岩石物質のクレーター形成実験はほとんど行われていない。そこで、本研究では、多孔質の岩石小惑星表面に形成されるクレーター形成過程を理解するために、砂・石膏混合標的を用いた低強度範囲におけるクレーター形成実験を行い、強度がクレーター形成過程（クレーター径やエジェクタの噴出速度・角度）に与える影響を調べた。その結果を用いて、クレータースケーリング則を低強度領域まで拡張した。

本研究で用いた低強度標的は、粒径100μmの石英砂と石膏を混合して作成した。標的の引張破壊強度は、石英砂と石膏の質量混合比（石英砂：石膏粉末＝2:1～30:1）を変えることでコントロールした。衝突実験は神戸大学の横型二段式軽ガス銃を用いて行った。弾丸には直径2mmのアルミ球を用いて、衝突速度は2-6km/sと変化させた。衝突の様子は高速カメラで撮影し、撮影速度は10^{5}fpsとした。また、放出するエジェクタの速度と角度の測定は、カメラの視線方向に飛翔する破片をブロックするために、標的の前に幅1cmのスリットを置いて実験を行った。

標的中の石英砂の体積含有率を計測した結果、30～50%の間で変化することがわかった。この試料を用いてブラジリアン試験を行ったところ、引張破壊強度は約1MPaから約1kPaまで、約3桁変化することがわかった。形成されたクレーターは表面近くにスポールと呼ばれる引張破壊で形成した不規則形状の浅い孔が観察され、その中心部分に半楕円球状のピットと呼ばれる圧縮破壊で形成した深い孔が観察された。クレーターのスポール直径及び深さに対する引張破壊強度の依存性を調べた結果、強度の低下とともにスポール直径は増大する一方、深さはほとんど変化しないことが分かった。またスポール領域とピット領域の境界が、強度の低下とともに分かりにくくなることがわかった。

本実験の結果を用いて、強度支配域におけるクレーターサイズに関するスケール則を調べ、先行研究の高強度の岩石物質の結果と比較した。本研究の結果は、（はクレーター半径に関するスケーリングパラメータ、は標的強度に関するスケーリングパラメータ）で表されることが分かった。本研究から得られたπ_Rの値は、同じπ_Yでの石膏の値より大きく、凍結砂の値よりも小さいことがわかった。また、クレーターの深さに関するスケール則は、(はクレーター深さに関するスケーリングパラメータ)と表され、先行研究とは異なりπ_Yの値が変

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

化してもほとんど一定になることがわかった。π_Rの値が凍結砂の結果に対して小さくなる原因は、標的内の石膏内の微小な空隙を圧壊することに衝突エネルギーが消費されたためであると考えられる。

キーワード：クレーター形成実験、強度、空隙率、クレータースケール則、放出破片速度
Keywords: cratering experiment, strength, porosity, crater scaling law, ejecta velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土星リング粒子を模擬した多孔質氷球の衝突過程に関する実験的研究
Experimental study on collisional processes of highly porous ice balls simulating Saturn’s ring particles

*豊田 優佳里[1]、保井 みなみ[1]、荒川 政彦[1]
*Yukari Toyoda[1], Minami Yasui[1], Masahiko Arakawa[1]

1. 神戸大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kobe University

はじめに：土星のリングは、サイズが数ｍｍから数mまでの水氷からなる粒子で構成されており、その粒子は数cm/s以下の相対速度で互いに衝突している。その相互衝突の結果、リング粒子は凝集・反発・破壊を起こし、その結果が土星リングの力学進化や構造に影響を及ぼしている。土星リングが非常に薄い円盤(厚さ100-200ｍ以下)を保っているのは、土星リングを構成する水氷粒子が非弾性衝突を起こし、その結果、エネルギーを効果的に散逸しているためと考えられている。そのため、土星リングの起源や進化過程を明らかにするためには、リング粒子の衝突特性を調べる必要がある。特に、非弾性衝突を特徴付ける反発係数に対するリング粒子の構造や衝突速度の依存性が重要となる。

これまでの地上望遠鏡や惑星探査などの観測から、土星リング粒子の構造は、均質な氷、多孔質な氷（雪）、表面が霜で覆われた氷などが提案されている。先行研究では、均質な氷と表面が霜に覆われた氷の反発係数（ε）については調べられているが、多孔質な氷(雪)の反発係数については詳しく調べられていない。そこで本研究では、土星リング粒子の空隙率に着目し、反発係数と衝突速度の関係に対する空隙率の依存性を調べた。

実験方法：リング粒子の模擬物質には、表面をなめらかにした均質な氷球（空隙なし）と、空隙率を45、50、60%とした多孔質氷球を用いた。直径は3cmとした。これらの氷球を表面をなめらかにした氷板および花崗岩の板に自由落下させた。その際の落下速度は0.8cm/s～280cm/s とした。板は球に比べて十分に大きいものを使用した。反発係数の測定は二つの方法で行った。一つ目は圧電素子を板に設置し、氷球が板に衝突する際に発生する弾性波を測定する方法である（AE法）。この方法では、氷球が板に衝突する度に弾性波が発生するため、その弾性波が発生する時間間隔を求めることができる。この時間間隔から衝突前後の球の速度変化を調べる。二つ目はレーザー変位計を用いて、自由落下させた氷球の高さ変化を測定する方法である。この方法もAE法と同様に、衝突の時間間隔から反発係数を計算した。

実験結果：氷球と氷板の衝突実験では、衝突速度が小さいと反発係数が ε =0.9でほぼ一定となったが（準弾性領域）、ある速度を超えると衝突速度が大きくなるにつれ、反発係数は急激に低下した（非弾性領域）。2つの領域の境界速度である限界速度v_cは24.5cm/s となった。また、非弾性領域では、先行研究で示された経験式 $\varepsilon = \varepsilon_{qe}(v_i/v_c)^{-\log(v_i/v_c)}$（$v_i$は衝突速度， ε_{qe}は定数）を用いて整理することができた。一方、氷球と花崗岩板の実験でも、上記の氷板への衝突と同様の振る舞いを示したが、v_c=11.2cm/sと約半分となった。

雪球の反発係数は花崗岩板・氷板ともに、衝突速度が大きくなるにつれて減少し続け、準弾性領域と非弾性領域の境界は確認できなかった。また、雪球の反発係数は空隙率が大きくなると全体的に下がるが、衝突速度が小さくなるにつれて収束することが分かった。これは空隙を潰すために運動エネルギーが使用されて、反発係数が小さくなるためと考えられる。この衝突速度と反発係数の関係は、 $\varepsilon = a \cdot v_i^{-b}$（$a$, bは定数）によって表されることがわかった。aの値は全ての場合で0.9-0.97であったが、bの値は花崗岩板でも氷板でも同様の空隙率依存性がみられた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IN-SITU FORMATION OF THE URANIAN SATELLITES FROM WIDE DEBRIS DISK FORMED BY GIANT IMPACT

*石澤 祐弥[1]、佐々木 貴教[1]、細野 七月[2]
*Ishizawa Yuya[1], Takanori Sasaki[1], Natsuki Hosono[2]

1. 京都大学 大学院理学研究科 宇宙物理学教室、2. 海洋研究開発機構
1. Department of Astronomy, Kyoto University, 2. JAMSTEC

We adopted the so-called giant impact scenario to explain both the large axial tilt of Uranus and the formation of the Uranian regular satellites simultaneously. Hydrodynamic simulations for a giant impact onto proto-Uranus have been carried out, which showed that the giant impact can explain the large axial tilt of Uranus and also suggested that ejected materials produced by the giant impact could be distributed throughout the current orbits of the Uranian regular satellites.
In this study, we modeled wide debris disks of solids with several conditions, and performed N-body simulations to investigate the in-situ satellite formation from the wide debris disks to constrain the parameters of debris disks for the in-situ satellite formation. We found that the five major satellites formed around the current orbits from wide debris disks with several times the total satellite mass. Although one or two large satellites usually form inside the current orbits of the major satellites, such satellites would migrate inward due to the tidal torque from the planet and finally be disrupted by the planetary tides or fall onto the planet over several hundred million years. We also propose that the Uranian rings could form from the disrupted satellites and the inner regular satellites could form by use of the ring materials.

キーワード：衛星形成、天王星、巨大衝突
Keywords: Satellite formation, Uranus, Giant impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

巨大衝突現象が及ぼす巨大氷惑星の自転軸変動への影響
Effect on the obliquity due to a giant impact on a rotating ice giant

*黒崎 健二[1]、犬塚 修一郎[1]
*Kenji Kurosaki[1], Shu-ichiro Inutsuka[1]

1. 名古屋大学大学院 理学研究科 素粒子宇宙物理学専攻
1. Department of Physics, Nagoya University

太陽系内の惑星は固有の自転周期と自転軸傾斜角を持っている．巨大惑星に注目すると，木星，土星，海王星の自転軸傾斜角は20度であるが，天王星は98度傾いており，他の巨大惑星と大きく異なっている．その大きな自転軸傾斜角から，天体の巨大衝突が原因であると考えられてきた．巨大氷惑星の衝突計算はこれまで初期の自転速度が無視できるほど小さいことを仮定していた．初期自転周期が現在と同程度あった場合，受け取られる角運動量と初期の角運動量が同程度になる．このとき，衝突後に輸送される角運動量は初期に保持している角運動量の影響を無視できなくなるが，衝突に伴って水素エンベロープが流出することも予想される．しかし，初期自転速度を持っていた場合にどのような衝突条件であれば天王星で観測されるような自転軸傾斜角を再現できるかは，まだよくわかっていない．本講演では，自転角運動量をもった天体への衝突現象と，それに伴う自転軸傾斜の変動角度を数値流体計算によって示す．衝突現象を数値流体計算によってあらわすために，Godunov法を適用したSmoothed Particle Hydrodynamics (GSPH)を用いて計算をおこなった．計算の結果，初期に天体が自転していた場合でも大きな自転軸傾斜をもたらす衝突条件が存在することが確認できた．

キーワード：巨大氷惑星、巨大衝突、天王星
Keywords: Ice giant, Giant impact, Uranus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)、座長:藤谷 渉、小澤 信

原始太陽系星雲における物質形成から原始惑星への集積、天体内部や表面での諸過程を隕石や他の惑星物質に対する研究と実験的研究の両面から議論する。初期太陽系の情報を保存する始原的物質（コンドライト隕石や惑星間塵、サンプルリターン試料）に関しては、それらの鉱物・有機物・水・希ガス・微量元素分析を通して明らかになった知見を総合理解することを目指す。分析手法開発研究（化学、理論、物性）や学生の萌芽的研究を歓迎し、将来の太陽系、惑星系形成研究の新たな開拓につなげたい。さらに分化隕石やコンドライト母天体における水質変成・熱変成作用、火成活動、コア・マントル・地殻形成、並びに天体衝突といった現象に加えて、母天体の内部構造や構成物質などについても議論する。実験的手法による惑星物質の組成、相平衡や構造に関する知見なども取り上げ、隕石とあわせて天体における諸過程を議論する。

9:00 ~ 9:15

[PPS07-07] Evaluation of shock metamorphism of eucrites by X-ray diffraction analysis

*金丸 礼[1]、今栄 直也[2,1]、山口 亮[2,1]、西戸 裕嗣[3] (1.総合研究大学院大学、2.国立極地研究所、3.岡山理科大学)

9:15 ~ 9:30

[PPS07-08] Hf-W dating of main-group pallasites

*本馬 佳賢[1]、飯塚 毅[1]、石川 晃[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

9:30 ~ 9:45

[PPS07-09] 水質変質程度の異なるCMコンドライト中TCIの鉱物学的研究

*家本 あかね[1]、瀬戸 雄介[1]、三宅 亮[2] (1.神戸大学大学院理学研究科、2.京都大学大学院理学研究科)

9:45 ~ 10:00

[PPS07-10] 初期太陽系における（太陽）宇宙線照射の重要な指標としてのベリリウム１０の重要性

*比屋根 肇[1]、谷村 佑貴[1]、中村 友哉[1]、福田 航平[3]、藤谷 渉[4]、杉浦 直治[1]、鹿児島 渉悟[2]、高畑 直人[2]、佐野 有司[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.ウィスコンシン大学マディソン校、4.茨城大学理学部)

10:00 ~ 10:15

[PPS07-11] Acfer 094隕石中の宇宙シンプレクタイトの3次元微細組織観察

*松本 恵[1,2]、土`山 明[1]、松野 淳也[1]、中藤 亜衣子[1,3]、三宅 亮[1]、伊藤 元雄[4]、富岡 尚敬[4]、兒玉 優[5]、上杉 健太郎[6]、竹内 晃久[6]、中野 司[7]、バッカロ エピファニオ[8] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.東北大学大学院 理学研究科、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、5.株式会社 マリン・ワーク・ジャパン、6.公益財団法人 高輝度光科学研究センター、7.産業技術総合研究所 地質情報研究部門、8.ロンドン自然史博物館)

10:15 ~ 10:30

[PPS07-12] GEMSを産する微隕石と惑星間塵に含まれるコンドルールと難揮発性包有物について

*野口 高明[1]、大橋 憲昭[2]、ブラッドレー ジョン[3]、中島 大輔[4]、中村 智樹[4]、木村 眞[5]、牛久保 孝行[6]、木多 紀子[7]、今栄 直也[5] (1.九州大学基幹教育院、2.NECネッツエスアイ、3.ハワイ大学、4.東北大学、5.極地研、6.高知コア研、7.ウィスコンシン大学)

Evaluation of shock metamorphism of eucrites by X-ray diffraction analysis

*金丸 礼[1]、今栄 直也[2,1]、山口 亮[2,1]、西戸 裕嗣[3]
*Rei Kanemaru[1], Naoya Imae[2,1], Akira Yamaguchi[2,1], Hirotugu Nishido[3]

1. 総合研究大学院大学、2. 国立極地研究所、3. 岡山理科大学
1. The Graduate University for Advanced Studyies, 2. National Institute of Polar Research, 3. Okayama University of scienece

Introduction

Eucrites have been considered to come from the surface crust of asteroid 4 Vesta. Eucrites experienced varying degrees of shock and thermal metamorphism. The scaling of the degree of shock metamorphism necessary for the understanding of the formation history of Vesta. However, the degree of shock metamorphism has not been established. Recent studies of X-ray diffraction (XRD) analyses using the in-plane rotation of polished thin sections (PTSs) for ordinary chondrites [2] showed that the XRD technique has a potential for the classification and identification of shock and metamorphic stages. In this study, we applied this technique for the thin or thick sections of 13 basaltic and 3 cumulate eucrites. We show that the bulk XRD data may be a useful indicator for characterizing the shock degree for eucrites.

Measurement and analytical methods

We performed X-ray measurement by SmartLab (RIGAKU) at National Institute of Polar Research, Tokyo, on the condition of Cu Kα with 40 kV and 40 mA through the slit of 10 x 5 mm in size.
We defined the shock degrees of studied eucrites from A to D by the petrographic and mineralogical features of thin and thick sections: shock degree A (unshocked) = sharp optical extinction of plagioclase and pyroxenes, shock degree B (low) = weak undulatory extinction or mosaicism of plagioclase and pyroxene, shock degree C (moderate) = the presence of maskelynite, and shock degree D (high) = most (>70-80 vol%) of the plagioclase converted to maskelynite. The degrees of A, B, and C, D for eucrites roughly correspond to 0, 1 and 2 of shock stage for basaltic meteorites defined by Bischoff and Stöffler. (1992) [3], and S1, S2-4, and S5 for enstatite chondrites by defined Rubin et al. (1997) [4], respectively.

Results

We obtained the XRD patterns of 12 eucrites exhibiting the high degree of randomness (e.g., Agoult), whereas four eucrites show the feature of the crystal orientation (e.g., Moama). We identified the peaks of plagioclase, pigeonite, and augite from the XRD patterns of eucrites. The bulk XRD data of each eucrite shows the positive correlation between the full width at half maximum (FWHM) values (for both mean and total) and the shock degree estimated from the textures. On the other hand, the number of the peak in the XRD pattern shows a negative correlation for the increasing of shock degree.
The specific peaks of plagioclase (especially -202) show the decreasing peak intensity and the increasing FWHM values for the increasing shock degree. The peak of pyroxene (pigeonite 310 and augite -311) (2theta = ~30.7º) also shows the increasing FWHM value of pyroxenes for the increasing shock degree.

Discussion

The increase of the averaged FWHM values for each eucrite are related to the shock metamorphism of pyroxene and plagioclase. The negative correlation between the peak intensities of plagioclase and shock degree implies the maskelynitization of plagioclase by shock metamorphism. In particular, most of the plagioclase peaks in A-87272, the strongest shocked sample (D) studied here, have disappeared. The pyroxene peaks show a positive correlation between the FWHM value and shock degree, whereas there is no correlation between the peak intensity and shock degree. This indicates that the shock metamorphism produces the strain in pyroxenes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In-plane rotation of PTSs method of XRD analysis for eucrites is affected by the crystal orientation in the meteorites, especially coarse-grained unbrecciated rocks and crystalline portions in brecciated rocks. Nevertheless, we suggest that the FWHM is a useful indicator for measurements of the shock degree of eucrites, since this factor is not affected by the randomness of the crystal orientation of the meteorites.

References

[1] Imae N. et al. (2019) Meteoritics & Planetary Science (in press).
[2] Bischoff A. and Stöffler D. (1992) European Journal of Mineralogy, 4, 707-755.
[3] Rubin A. et al. (1997) Geochimica et Cosmochimica Acta, 61, 847-858.

キーワード：ユークライト、衝撃変成度、X線回折
Keywords: Eucrites, Shock degree, XRD analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hf-W dating of main-group pallasites

*本馬 佳賢[1]、飯塚 毅[1]、石川 晃[2]
*Yoshitaka Homma[1], Tsuyoshi Iizuka[1], Akira Ishikawa[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京工業大学理学院地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

Pallasites are stony-iron meteorites consisting mainly of olivine and FeNi metal, providing us a unique opportunity to study an interior of their parent body. Classically, pallasites have been thought to represent the core-mantle boundary of their parent body, since there are some links with IIIAB irons, which are the representative of the core (e.g. Clayton & Mayeda, 1996). Yet, some recent studies suggest pallasite formed at a shallower region than the core-mantle boundary likely by impact mixing (e.g. Yang et al., 2010; Tarduno et al., 2012). Chronological investigations of pallasites are important since they enable to determine the ages and the timescales of crystallization of pallasite minerals. Although the Al-Mg dating of pallasite olivine yielded a model age of 1.27 Myrs after the CAI formation (Baker et al., 2012), other chronological constraints are still required for resolving the two contrasting models of pallasite formation. Here we apply the Hf-W chronology to four pallasites to constrain when the metal segregated on their parent body. Previously reported W isotopic data of pallasites show a large variation in $\varepsilon^{182/184}$W (Quitté et al., 2005), some of which correspond to the model ages older than CAIs. These isotopic data may reflect multiple causes and effects, such as a nucleosynthetic anomaly, radiogenic and neutron capture effects. We combined the W and the Pt isotopic measurements to evaluate the neutron capture effect which may lead to misinterpretation in age. Also, we measured unradiogenic W isotopes to estimate if the nucleosynthetic anomaly existed in the pallasite parent body. The obtained $\varepsilon^{182/184}$W values corrected for the neutron capture effect by using Pt isotope data range from -3.53 ±0.14 to -3.45 ±0.18, which correspond to the model Hf-W ages of -0.30 ±1.43 to 0.31 ±1.74 Myrs after the CAI formation. Moreover, the $\varepsilon^{183/184}$W values are indistinguishable from the terrestrial value, suggesting that the pallasite parent body accreted in the inner solar system. The model Hf-W ages obtained in this study are coincident with the model Hf-W ages of magmatic irons (Kruijer et al., 2013) and the model Al-Mg age of pallasite olivine, suggesting its magmatic origin rather than impact origin. The implication is that the pallasite metal was originated from the planetary core and was segregated within first 2 Myrs of the solar system evolution.

キーワード：パラサイト隕石、Hf-W年代学、中性子捕獲反応、元素合成、コアーマントル境界
Keywords: Pallasite, Hf-W chronology, Neutron capture effect, Nucleosynthesis, Core-mantle boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水質変質程度の異なるCMコンドライト中TCIの鉱物学的研究
Mineralogical study of TCIs in CM carbonaceous chondrites

*家本 あかね[1]、瀬戸 雄介[1]、三宅 亮[2]
*Akane Iemoto[1], Yusuke Seto[1], Akira Miyake[2]

1. 神戸大学大学院理学研究科、2. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kobe University, 2. Graduate School of Science, Kyoto University

Introduction
TCIs, intergrowths of tochilinite ($6(Fe_{0.9}S)\cdot 5[(Mg,Fe)(OH)_2]$) and cronstedtite (Fe-bearing serpentine) occur in most of CM chondrites, which are considered to be aqueous alteration products on the chondrite parent bodies. Based on the textures and chemistries, they can be divided into two types. Type I appears as massive and are generally found in chondrules, while type II exhibits fibrous textures and are generally found within the matrix. Many researchers support that kamacite in chondrules had been altered into type-I TCIs. However, precursors or alteration processes of type-II TCIs are still remains unknown. TCIs potentially provide important information regarding aqueous environments on chondrite parent bodies. Here, we report microtextures of type-II TCIs in 4 CM chondrites and review the formation process.

Materials and methods
We observed the following CM chondrites; QUE97990 (2.6), Murchison (2.5), Nogoya (2.2), Cold Bokkeveld (2.2). The number in parenthesis are the alteration index for CM chondrites proposed by Rubin et al. (2007), in which they defined the index ranging from 2.6 (moderately altered) to 2.0 (highly altered). Textural observation and chemical analyses were performed using an SEM-EDS (JEOL, JSM6480LAII), and nanometer-scale observations using an STEM-EDS (JEOL, JEM2100F) after processing into thin films using an FIB (FEI, Quanta 3Di).

Results and discussion
In QUE97990 and Murchison, less altered meteorites in this study, the type-II TCIs are distributed in the matrices. They are aggregates of a few μm-sized tochilinite and cronstedtite, where thin tochilinite veins occurred inside cronstedtite, suggesting that tochilinite had formed after the formation of cronstedtite. This gives us a constraint on the aqueous condition of CM chondrites. In Nogoya, the TCIs texture showed that very fine serpentine-rich region is located at core, and toward rim, gradually changed to fibrous cronstedtite and mixed-layer phase (alternate layer phase of tochilinite and cronstedtite structure in nanometer scale). The TCIs of Cold Bokkeveld also showed the core-rim structure, where core is often rich in mixed layer phase, and rim is consists of relatively coarse-grained tochilinite and cronstedtite. In the latter two highly altered CM chondrites, the both core showed very fine, fibrous, and fluffy texture, and no evidence of precursor material, suggesting that type-II TCIs were directly formed from water solution.

キーワード：CM炭素質コンドライト、水質変質、TCI、STEM
Keywords: CM carbonaceous chondrites, aqueous alteration, TCIs, STEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

初期太陽系における（太陽）宇宙線照射の重要な指標としてのベリリウム１０の重要性

Importance of 10Be as a key indicator of (solar) cosmic ray irradiation in the early solar system

*比屋根 肇[1]、谷村 佑貴[1]、中村 友哉[1]、福田 航平[3]、藤谷 渉[4]、杉浦 直治[1]、鹿児島 渉悟[2]、高畑 直人[2]、佐野 有司[2]
*Hajime Hiyagon[1], Yuuki Tanimura[1], Tomoya Nakamura[1], Kohei Fukuda[3], Wataru Fujiya[4], Naoji Sugiura[1], Takanori Kagoshima[2], Naoto Takahata[2], Yuji Sano[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. ウィスコンシン大学マディソン校、4. 茨城大学理学部
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 3. Department of Geoscience, University of Wisconsin-Madison, 4. College of Science, Ibaraki University

Beryllium-10, which decays to ^{10}B with a half-life of 1.4 Myr, is produced mainly by spallation reactions of solar system materials induced by solar or galactic cosmic rays, but not by thermonuclear reactions in stars. Possible existence of ^{10}Be in the early solar system materials, therefore, has significant importance in considering irradiation processes near the early Sun or in the molecular cloud [1].

Excesses in ^{10}B correlated with Be/B ratios in a number of CAIs from CV chondrites [2-9] suggest the presence of live ^{10}Be at the time of CAI formation. The inferred initial ^{10}Be/^{9}Be ratios are mostly within the range of (0.5-1) x 10^{-3}, though the data are restricted to coarse-grained CAIs from CV chondrites. Recent studies including small CAIs from CH/CB chondrites [10-12] show that the initial ^{10}Be/^{9}Be ratios may be much higher and more variable (from ~10^{-4} to ~10^{-2}), suggesting that the origin of ^{10}Be in CAIs is spallation reactions induced by solar cosmic rays.

Data for chondrules are scarce. Sugiura (2001) [13] analyzed anorthite in chondrules from the Y82094 (ungrouped C3.2) chondrite and found a possible correlation between ^{10}B excesses and Be/B ratios, but the results are not conclusive due to relatively large errors. We further conducted Be-B isotope analyses for chondrules in Y82094 chondrite using NanoSIMS at the Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo [14]. Resolvable excesses in ^{10}B are found in some of the Y82094 chondrules, but ^{10}Be was probably not alive at the time of the chondrule formation. Some carriers of excess ^{10}B are required in the precursor materials of these chondrules.

Here we review recent progress in Be-B isotopic studies and discuss their importance in understanding the irradiation processes in the early solar system. We will also show our some new results on Be-B systematics for chondrules from Y82094 (C 3.2) and NWA7936 (LL 3.15) chondrite.

References

[1] Chaussidon M. and Gounelle M. (2006) in *Meteorites and the Early Solar System II*, pp. 323-339. [2] McKeegan K. D. et al. (2000) *Science*, 289, 1334-1337. [3] Sugiura N. et al. (2001) *Meteoritics & Planet. Sci.*, 36, 1397-1408. [4] MacPherson G. J. et al. (2002) *Geochim. Cosmochim. Acta*, 67, 3165-3179. [5] Chaussidon M. et al. (2006) *Geochim. Cosmochim. Acta*, 70, 224-245. [6] Wielandt D. et al. (2012) *Astrophys. J. Lett.* 748, L25-L29. [7] Srinivasan G. and Chaussidon M. (2013) *Earth Planet. Sci. Lett.,* 374, 11-23. [8] Liu M. C. et al. (2009) *Geochim. Cosmochim. Acta*, 73, 5051-5079. [9] Liu M. C. et al. (2010)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Astrophys. J. Lett., 719, L99-L103. [10] Gounelle M. et al (2013) *Astrophys. J. Lett.*, 763, L33-L37. [11] Fukuda et al. (2017) *80th Ann. Meeting of the Meteoritical Society* (Abstract) #6210. [12] Fukuda et al. (2019) *Astrophys. J.* (submitted). [13] Sugiura N. et al. *Lunar and Planetary Science* XXXII, Abstract #1277, 2001. [14] Hiyagon et al. (2018) *NIPR Symposium on Antarctic Meteorites* (Abstract).

キーワード：ベリリウム１０、初期太陽系、宇宙線、照射、難揮発性包有物、コンドルール
Keywords: Beryllium-10, early solar system, cosmic ray, irradiation, CAIs, chondrules

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acfer 094隕石中の宇宙シンプレクタイトの3次元微細組織観察
3D microstructure of a cosmic symplectite in primitive carbonaceous chondrite Acfer 094

*松本 恵[1,2]、土`山 明[1]、松野 淳也[1]、中藤 亜衣子[1,3]、三宅 亮[1]、伊藤 元雄[4]、富岡 尚敬[4]、兒玉 優[5]、上杉 健太郎[6]、竹内 晃久[6]、中野 司[7]、バッカロ エピファニオ[8]
*Megumi Matsumoto[1,2], Akira Tsuchiyama[1], Junya Matsuno[1], Aiko Nakato[1,3], Akira Miyake[1], Motoo Ito[4], Naotaka Tomioka[4], Yu Kodama[5], Kentaro Uesugi[6], Akihisa Takeuchi[6], Tsukasa Nakano[7], Epifanio Vaccaro[8]

1. 京都大学大学院 理学研究科、2. 東北大学大学院 理学研究科、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構、5. 株式会社 マリン・ワーク・ジャパン、6. 公益財団法人 高輝度光科学研究センター、7. 産業技術総合研究所 地質情報研究部門、8. ロンドン自然史博物館
1. Graduate School of Science, Kyoto Univ., 2. Graduate School of Science, Tohoku Univ., 3. JAXA, ISAS, 4. JAMSTEC, 5. Marine Work Japan LTD., 6. JASRI, 7. AIST, Geological Survey Japan, 8. Natural History Museum, London

はじめに

酸素同位体組成は、惑星物質の起源・生成環境を知る重要な手掛かりである。始原的隕石構成物の酸素同位体は、地球標準海水からの偏差量δ^{17}Oとδ^{18}Oの比がおよそ1となる、軽い組成（$\delta^{17,18}$O: ~-50–0 ‰）をもつ[e.g.,[1]]。このような組成は、通常の物理化学反応に作用する同位体質量分別効果だけではなく、初期太陽系の^{16}Oに富むリザーバーと^{17,18}Oに富むリザーバーの混合によって生じたものと考えられている。前者について、代表物質とされる難揮発性包有物（CAIやAOA）の分析から、酸素同位体組成等の見積もりが行われている[e.g.,[2]]。また近年、後者の^{17,18}Oに富むリザーバー由来の物質として、宇宙シンプレクタイト（Cosmic Symplectite, COS）と呼ばれる物質がAcfer 094隕石中に報告された[3]。COSは、磁鉄鉱（Fe_3O_4）と鉄ニッケル硫化物が数十nmスケールで入り組んだシンプレクタイト状の組織を示し、太陽系物質で最も重い酸素同位体組成（$\delta^{17,18}$O: ~180 ‰）をもつ[3,4]。これらは、初期太陽系の^{17,18}Oに富む水もしくは水蒸気と鉄ニッケル金属、硫化物からなる粒子が反応して形成したと考えられているが、岩石鉱物学的な研究は少なく、形成過程については未だ議論の余地がある。本研究では、COSの形成過程の解明を目指し、放射光X線CTによる三次元組織観察とNanoSIMSによる酸素同位体組成分析を行い詳細な特徴を調べた。

結果と考察

初めにAcfer 094隕石研磨片（~2.2 mm^2）についてFE-SEM観察を行い、マトリクス中に5個のCOS粒子を見出した。これらの粒子は小さく（~10 μm）、先行研究[5]で報告された縄状組織をもつCOSによく似た形状を示す。このうち1個の粒子を含むブロック（~25×25×30 μm）をFIBを用いて切り出し、SPring-8 BL47XUで高空間分解能（~100 nm）のX線CT撮影を行った。3次元観察から、COS粒子は、表面に多数の凸凹をもつ複雑な外形をもち、内部に微小な（<1 μm）包有物を複数含むことがわかった。包有物が含まれる空間はCOS内部で閉じており、外部と繋がるクラックは見られない。このことから、包有物はCOSが形成する際に取り込まれたと考えられる。これら包有物を含む断面をFIBを用いて作製し、FE-SEM観察と組成分析を行ったところ、包有物はNa, S, Oに富む組成をもつことがわかった。このような物質は、COS粒子の周囲のマトリクス中には含まれていない。また、包有物のホストであるCOS粒子は、Fe酸化物、Fe-Ni硫化物からなるサブミクロンスケールのシンプレクタイト組織をもつことが確認できた。

COS粒子について、NanoSIMSによる酸素同位体分析を行ったところ、周囲のマトリクスに比べ有意に^{17,18}Oに富むこと（δ^{17}O = 159.06 ±5.79 (1 σ) ‰, δ^{18}O = 166.31 ±3.18 (1 σ) ‰）がわかった。これらは、先

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

行研究が報告したCOSの酸素同位体組成[3]に近い。包有物については、粒子径が非常に小さいため酸素同位体組成を得ることは難しく、ホストのCOS粒子との組成差の有無は確認できなかった。

本研究でCOS粒子中に見出だした包有物は、これまで他のCOS粒子からは報告されていない。先行研究の多くはSEMを用いてCOSの観察を行っており、試料表面研磨時に包有物が脱離し観察できていなかった可能性がある。実際に、先行研究に記載されているCOSには空隙が多く見られる。本来は多くのCOSが包有物を含んでいたとすると、形成過程を解明する上で重要となる。本研究では、さらにCOSおよび包有物についてTEMよる微細組織観察と相同定を進め、発表ではそれらの形成過程について議論する。

参考文献： [1] Clayton (1993), *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, **21**, 115–149. [2] Krot et al. (2002), *Science*, **295**, 1051–1054. [3] Sakamoto et al. (2007), *Science*, **317**, 231–233. [4] Seto et al. (2008), *GCA*, **72**, 2723–2734. [5] Abe et al. (2017), *Geochem. J.*, **51**, 3–15.

キーワード：Acfer 094、Cosmic symplectite、SR-XCT、NanoSIMS
Keywords: Acfer 094, Cosmic symplectite, SR-XCT, NanoSIMS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GEMSを産する微隕石と惑星間塵に含まれるコンドルールと難揮発性包有物について

Chondrule-like objects and refractory inclusions in GEMS-bearing Antarctic micrometeorites and an interplanetary dust particle.

*野口 高明[1]、大橋 憲昭[2]、ブラッドレー ジョン[3]、中島 大輔[4]、中村 智樹[4]、木村 眞[5]、牛久保 孝行[6]、木多 紀子[7]、今栄 直也[5]
*Takaaki Noguchi[1], Noriaki Ohashi[2], John P. Bradley[3], Daisuke Nakashima[4], Tomoki Nakamura[4], Makoto Kimura[5], Takayuki Ushikubo[6], Noriko T. Kita[7], Naoya Imae[5]

1. 九州大学基幹教育院、2. NECネッツエスアイ、3. ハワイ大学、4. 東北大学、5. 極地研、6. 高知コア研、7. ウィスコンシン大学
1. Department of Arts and Science, Kyushu University, 2. NEC Networks and System Integration Co., 3. Univ. of Hawaii at Manoa, 4. Tohoku Univ., 5. National Institute of Polar Research, 6. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 7. Univ. of Wisconsin-Madison

Glass with embedded metal and sulfide (GEMS) is regarded as a characteristic component of cometary dust. GEMS-bearing Antarctic micrometeorites (AMMs) and interplanetary dust particles (IDPs) containing chondrules and refractory inclusions are important to understand comets as well as P- and D-type asteroids.

We found three chondrules and a refractory inclusion (RI) in GEMS-bearing AMMs and IDP. We investigated them by TEM, FE-SEM, FE-EPMA, and SIMS. All the chondrules belong to type II (Mg# <90). An AMM contains a spinel-hibonite-perovskite (sp-hb-pv) inclusion, in which spinel contains tiny (<100 nm) Ti-bearing Zr oxides and Mo- and Ru-bearing Ir-Os alloy and that perovskite contains Y and Zr, suggestive of ultra-refractory nature. All the fine-grained matrices are highly porous and contain GEMS, olivine, low-Ca pyroxene including enstatite whisker, high-Ca pyroxene, pyrrhotite. In addition, the matrix and the embedded RI contains minor phyllosilicate. Oxygen isotopic ratios of olivine and pyroxene in two chondrules are plotted 0.7‰ below and 2.7‰ above the terrestrial fractionation line on the three-oxygen isotope diagram, respectively. Oxygen isotope ratios of spinel in the RI are δ^{18}O of -43.8‰ to -45.1‰ and δ^{17}O of -44.8‰ to -46.8‰, respectively. Resolvable ^{26}Mg excesses (δ^{26}Mg* ~ 13±2‰ and 14±3‰) are observed in hibonite with ^{27}Al/^{24}Mg ratios of 35-43, while spinel show marginal excess (~1‰).

The olivine/(olivine + low-Ca pyroxene) ratios were deduced from the mid-infrared spectra of asteroids and comets; those of B-, G-, and C-type asteroids, P- and D-type asteroids, and comets are <12%, 36-52%, and >50%, respectively. The ratios of the matrices in the samples range from 0.4 to 0.61, which are well above the values of B-, G-, and C-type asteroids and comparable with those of P- and D-type asteroids and comets. Therefore, P- and D-type asteroids and comets seem to be more plausible as parent bodies of these AMMs and an IDP than B-, G-, and C-type asteroids. If that is the case, P- and D-type asteroids and comets contain abundant GEMS. Ferromagnesian silicates with Mg#<90 in the chondrules distribute around Δ^{17}O ~0‰ in the Mg# vs Δ^{17}O diagram like those in the Stardust samples. This seems to be consistent with the hypothesis that P- and D-type asteroids were migrated from the Kuiper belt. The chondrules were formed in more oxidizing conditions than chondrules in CR chondrites because type II chondrules in them occupy only ~1%.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：コンドルール、難揮発性包有物、GEMS
Keywords: chondrule, refractory inclusion, GEMS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)、座長:癸生川 陽子、小澤 信

原始太陽系星雲における物質形成から原始惑星への集積、天体内部や表面での諸過程を隕石や他の惑星物質に対する研究と実験的研究の両面から議論する。初期太陽系の情報を保存する始原的物質（コンドライト隕石や惑星間塵、サンプルリターン試料）に関しては、それらの鉱物・有機物・水・希ガス・微量元素分析を通して明らかになった知見を総合理解することを目指す。分析手法開発研究（化学、理論、物性）や学生の萌芽的研究を歓迎し、将来の太陽系、惑星系形成研究の新たな開拓につなげたい。さらに分化隕石やコンドライト母天体における水質変成・熱変成作用、火成活動、コア・マントル・地殻形成、並びに天体衝突といった現象に加えて、母天体の内部構造や構成物質などについても議論する。実験的手法による惑星物質の組成、相平衡や構造に関する知見なども取り上げ、隕石とあわせて天体における諸過程を議論する。

10:45 ~ 11:00

[PPS07-13] Spectral and mineralogical properties of naturally-heated carbonaceous chondrites; implication to heating processes on the surface of hydrous asteroids

★Invited Papers

*松岡 萌[1]、中村 智樹[2]、廣井 孝弘[3]、宮島 延吉[4]、今栄 直也[5,6]、山口 亮[5]、小島 秀康[5,6] (1.宇宙航空研究開発機構、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.ブラウン大学、4.バイロイト大学、5.国立極地研究所、6.総合研究大学院大学複合科学研究科極域科学専攻)

11:00 ~ 11:15

[PPS07-14] Yamato 791198 CMコンドライト中の炭酸塩鉱物粒子内における酸素・炭素同位体比の不均一性と水質変成過程での同位体比の変化

*藤谷 渉[1]、青木 佑斗[1]、牛久保 孝行[2]、橋爪 光[1] (1.茨城大学 理学部、2.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

11:15 ~ 11:30

[PPS07-15] タギッシュレイク隕石のコンドルールとアイソレートオリビン粒子の酸素同位体比分布

*牛久保 孝行[1]、木村 眞[2] (1.海洋研究開発機構　高知コア研究所、2.国立極地研究所)

11:30 ~ 11:45

[PPS07-16] Isheyevo隕石中の非常に^{16}Oに富むCAI

*坂本 直哉[1]、川崎 教行[2] (1.北海道大学創成研究機構、2.北海道大学自然史科学専攻)

11:45 ~ 12:00

[PPS07-17] Reduced CVコンドライトに含まれる細粒CAIの初生^{26}Al/^{27}Al比の分布

*川崎 教行[1]、パク チャンクン[2]、坂本 直哉[1]、圦本 尚義[1,3] (1.北海道大学、2.韓国極地研究所、3.宇宙科学研究所)

12:00 ~ 12:15

[PPS07-18] 部分溶融プロセスを示すcompact type A CAIsの岩石組織学的研究

*鈴村 明政[1]、瀬戸 雄介[2]、伊藤 正一[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.神戸大学理学研究科)

Spectral and mineralogical properties of naturally-heated carbonaceous chondrites; implication to heating processes on the surface of hydrous asteroids

*松岡 萌[1]、中村 智樹[2]、廣井 孝弘[3]、宮島 延吉[4]、今栄 直也[5,6]、山口 亮[5]、小島 秀康[5,6]
*Moe Matsuoka[1], Tomoki Nakamura[2], Takahiro Hiroi[3], Nobuyoshi Miyajima[4], Naoya Imae[5,6], Akira Yamaguchi[5], Hideyasu Kojima[5,6]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、3. ブラウン大学、4. バイロイト大学、5. 国立極地研究所、6. 総合研究大学院大学複合科学研究科極域科学専攻
1. Japan Aerospace Exploration Agency(JAXA), 2. Department of Earth and Planetary Materials Sciences, Faculty of Science, Tohoku University, 3. Department of Earth, Environmental and Planetary Sciences, Brown University, 4. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 5. National Institute of Polar Research, 6. Department of Polar Science, School of Multidisciplinary Science, SOKENDAI

The parent bodies of carbonaceous chondrites are thought to be C-type asteroids based on the similarity of visible (Vis) -infrared (IR) spectra between carbonaceous chondrites and C-type asteroids [e.g., 1-5]. Several C-type asteroids are thought to have been heated and dehydrated judging from their spectra which are similar to the spectra of experimentally-heated chondrites [1,6]. The Hayabusa2 spacecraft of the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) was arrived at the target C-type asteroid 162173 Ryugu in June 2018. Ryugu spectra exhibit a weak 2.72-μm OH absorption band that is present across the surface of the asteroid, and nearly always darker than values typical for carbonaceous chondrites [7,8]. The meteorites whose spectral features are most similar to Ryugu are shocked or moderately-heated carbonaceous chondrites. In this study, we performed spectral analysis in Vis-NIR range and mineralogical analysis in micro scale using carbonaceous chondrites that heated dehydrated on their parent bodies.

Spectral and mineralogical analyses were performed using nine naturally-heated and dehydrated carbonaceous chondrite samples (seven CM, one CI, and one CV chondrites), which classified into heating stages (HS) from I to IV based on X-ray diffraction results [9]. In-situ heating of samples at 120–400 ˚C was performed during spectral measurements and successfully removed absorption water and part of rehydrated water from chondrite samples. Lewis Cliff (LEW) 87022 (unheated CM), Jbilet Winselwan, and Dhofar 735 (heated at 600–900 ˚C [10]) were used for transmission electron microscope (TEM) analysis.

Reflectance spectra of HS-I samples show the positive slope in Vis- IR range and the significant 0.7- and 3-μm absorption bands. The 0.7-μm band appears in only HS-I sample spectra. With increasing heating degree, (1) Vis-IR slope decreases, (2) the 0.7- and 3-μm bands decrease, and (3) Mid-IR spectral feature (i.e. Christiansen feature (CF) and Reststrahlen bands (RB)) shifts toward longer wavelength. TEM/EDX analyses showed that the matrix of severely-heated chondrites consists of tiny olivine, low-Ca pyroxene, and fine Fe- and Ni-rich metal grains (<1 μm). It is indicated that in proportion to the heating degree, amorphization and dehydration of serpentine and tochilinite from HS-I to HS-II might cause the 0.7- and 3-μm band weakening, and spectral slope and albedo decreasing of spectra. Then, formation of secondary olivine and pyroxene, and FeNi-rich metal grains at HS-IV would be responsible for the 3-μm band depth decreasing, spectral slope and albedo increasing, CF peak shift, and RB changes of chondrite spectra.

We plan to compare other IR reflectance spectra of asteroids, such as those acquired by AKARI [11], to

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

better interpret remotely sensed data of Bennu (NASA’s OSIRIS-REx mission target) and Ryugu. Future NIRS3 observations before/after the Small Carry-on Impactor (SCI) crater experiment and lab analyses of returned samples will reveal additional compositional properties of Ryugu.

References: [1] Hiroi T. et al. (1996) LPSC XXVII, Abstract #551. [2] Yamashita S. et al. (2015) 78th Met. Soc., Abstract #5154. [3] Mogi K. et al. (2017) 80th Met. Soc., Abstract #6225. [4] McBride K. et al. (2003) Antarct. Meteorite Newsl. 26 (1). [5] Cloutis E.A. et al. (2011) Icarus, 216, 309-346. [6] Hiroi, T. et al. (1993) Science, 261, 1016-1018. [7] Sugita et al. (2019) Science, under review. [8] Kitazato et al. (2019) Science, under review. [9] Nakamura, T. (2005) J. Miner. Petrol. Sci., 100, 260-272. [10] Nakato A. et al. (2009) 72nd Met. Soc., Abstract #5336. [11] Usui F. et al. (2018) arXiv:1810.03828.

Acknowledgements: We appreciate support from the National Institute of Polar Research for providing carbonaceous chondrites, the JSPS Japanese-German Graduate Externship for Research on Deep Earth Volatile Cycle, and the JSPS Core-to-Core Program "International Network of Planetary Sciences”.

キーワード：炭素質隕石、C型小惑星、反射スペクトル、TEM分析、はやぶさ２
Keywords: carbonaceous chondrite, C-type asteroid, reflectance spectra, TEM analysis, Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Yamato 791198 CMコンドライト中の炭酸塩鉱物粒子内における酸素・炭素同位体比の不均一性と水質変成過程での同位体比の変化
Heterogeneity of oxygen and carbon isotopic compositions within carbonate grains in the Yamato 791198 CM chondrite and evolution of isotope ratios during aqueous alteration

*藤谷 渉[1]、青木 佑斗[1]、牛久保 孝行[2]、橋爪 光[1]
*Wataru Fujiya[1], YUTO AOKI[1], Takayuki Ushikubo[2], Ko Hashizume[1]

1. 茨城大学 理学部、2. 海洋研究開発機構　高知コア研究所
1. Ibaraki University, College of Science, 2. Kochi Institute for Core Sample research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Carbonate minerals are ubiquitous in CM chondrites and formed by aqueous alteration in their parent body [1]. Previous studies have revealed a large variation in C isotope ratios of CM carbonates with $\delta^{13}C$ values ranging from ~20 to ~90 ‰[e.g., 2,3]. However, the reason for this variability has remained poorly understood. Here, we conducted in-situ C- and O-isotope measurements by SIMS along crystal growth within single carbonate grains in Yamato 791198 (CM 2.4) to trace the change in $\delta^{13}C$ values during aqueous alteration.

First, we obtained color CL images of seven calcite ($CaCO_3$) grains with an FE-EPMA. Then, we measured O and C isotope ratios of the calcite grains with the CAMECA ims-1280HR. Typically, the isotope measurements were carried out on three different points for each calcite grain. Finally, we obtained quantitative chemical compositions and elemental maps of Mg, Si, Ca, Mn, and Fe of the calcite grains using the same FE-EPMA as that for the CL images.

All grain analysed exhibit a clear zoning of Mn, Mg, and Fe. The zoning is well correlated with CL images. The heterogeneous distribution of minor elements and CL intensity likely reflects the crystal growth of these grains.

The O isotope ratios of the calcite grains significantly vary with the $\delta^{18}O$ values ranging from ~22 to ~38 ‰. The O isotope ratios plot on a single trend line in an O three-isotope plot with a slope of ~0.61, slightly steeper than the terrestrial fractionation line, reflecting a progressive O-isotope exchange between initially ^{16}O-poor water and ^{16}O-rich rock [4,5]. The $\delta^{18}O$ values also vary within single calcite grains, demonstrating crystal growth from a relatively dark CL core to a red CL periphery.

The $\delta^{13}C$ values of the calcite grains range from 17 to 32 ‰. This range is much smaller than that observed for different carbonate grains or bulk meteorite samples by previous studies. Especially, the $\delta^{13}C$ variations within individual grains are only 4 ‰at most except for one grain. Previous studies have suggested that the observed $\delta^{13}C$ variation was produced by the Rayleigh-type isotopic fractionation by the escape of ^{13}C-poor methane [2], or equilibrium isotopic fractionation reflecting variable formation temperatures of carbonates [3]. However, the small intra-grain $\delta^{13}C$ variations associated with the large $\delta^{18}O$ change observed in this study cannot be explained by such processes. Instead, here we propose that the $\delta^{13}C$ values of dissolved carbon species in aqueous solutions were locally heterogeneous, and did not significantly change during carbonate formation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References: [1] Brearley A. J. (2006) in Meteorites and the Early Solar System II, 587-624. [2] Guo W. and Eiler J. M. (2007) GCA, 71, 5565-5575. [3] Alexander C. M. O’ D. et al. (2015) Meteoritics & Planet. Sci., 50, 810-833. [4] Clayton R. N. and Mayeda T. K. (1984) EPSL, 67, 151-161. [5] Fujiya W. (2018) EPSL, 481, 264-272.

キーワード：炭酸塩鉱物、炭素質コンドライト、酸素同位体、炭素同位体
Keywords: Carbonate mineral, Carbonaceous chondrite, Oxygen isotope, Carbon isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

タギッシュレイク隕石のコンドルールとアイソレートオリビン粒子の酸素同位体比分布

Characteristics of Oxygen isotope ratios of chondrules and isolated olivine grains from Tagish Lake C2 chondrite

*牛久保 孝行[1]、木村 眞[2]
*Takayuki Ushikubo[1], Makoto Kimura[2]

1. 海洋研究開発機構　高知コア研究所、2. 国立極地研究所
1. Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Institute for Polar Research

Recent studies on oxygen isotope systematics of chondrules show that chondrules in individual chondrite groups have characteristic distributions in their oxygen isotope ratios and Mg# (molar % of MgO/(MgO+FeO)) [1, 2]. The correlations between Mg# and $D^{17}O$ values (= $d^{17}O_{VSMOW}$ - 0.52 ×$d^{18}O_{VSMOW}$) of chondrules can be explained by mixing of ^{16}O-rich anhydrous dusts and an ^{16}O-poor oxidizing agent (most likely H_2O ice) in chondrule forming regions [3]. Based on similar Mg# - $D^{17}O$ correlations between CR chondrite chondrules and cometary silicate particles from comet Wild 2, it has been proposed that many of cometary silicate particles formed in the outer regions of the asteroid belt [e.g. 4, 5]. The Tagish Lake meteorite (ungrouped C2) is an appropriate sample to investigate the Mg# - $D^{17}O$ systematics of silicate particles formed in the outer regions of the asteroid belt because the Tagish Lake meteorite probably derived from a D-type asteroid [6]. Previous oxygen isotope studies on olivine grains from Tagish Lake and Tagish Lake-like meteorites [e.g. 7] show that their Mg# - $D^{17}O$ systematics are similar to that of CR chondrite chondrules. Here, we report new oxygen isotope data of olivine grains from the Tagish Lake meteorite for better understandings of the Mg# - $D^{17}O$ systematics of silicate particles in the outer regions of the asteroid belt.

Two polished epoxy mounts of the Tagish Lake meteorite, TL-KC-1 (8mm ×5mm) and TL-KC-2 (4mm × 3mm), were prepared for this study. Due to extensive aqueous alteration in the Tagish Lake parent body, phyllosilicates and other secondary phases such as magnetite and carbonates replace primary anhydrous phases. However, remaining olivine grains in chondrules and matrix tend to have sharp grain boundaries and no apparent evidence for the Mg-Fe exchange between olivine grains and matrix was observed. No alteration features were observed in these grains. Forty chondrules and isolated olivine grains (hereafter “ferromagnesian inclusions”) were selected for oxygen isotope measurements (34 type I [Mg#>= 90] and 6 type II [Mg#<90]). Oxygen isotope ratios of olivine grains were measured with an ion microprobe, CAMECA IMS 1280-HR at Kochi Institute. A 20 kV accelerated Cs^+ primary beam (~30 pA, ~3 um in diameter) was used. The analytical conditions were similar to those in [1].

Oxygen three-isotope ratios of ferromagnesian inclusions from Tagish Lake are distributed along the PCM (primitive chondrule minerals) line [1]. Most type I ferromagnesian inclusions are relatively ^{16}O-rich ($D^{17}O$ = -7.4 to -3.9‰) and type II ferromagnesian inclusions are relatively ^{16}O-poor ($D^{17}O$ >= -3‰). Of six type II ferromagnesian inclusions, two inclusions have $D^{17}O$ ~ 0‰, which are recognized in in Tagish Lake-like meteorites, CR chondrites, and cometary silicate particles, but are almost absent in other carbonaceous chondrites [e.g., 2-5, 7]. The present results are further evidence for the link between ferromagnesian inclusions accumulated into asteroids in the outer regions of the asteroid belt (possibly D-type asteroids) and silicate particles accumulated into cometary nuclei in the Kuiper belt. As discussed in [4, 5, 8], type II silicates are common in cometary silicate particles, which is distinct from ferromagnesian inclusions in Tagish Lake(-like) meteorites and CR chondrites. Most cometary silicate particles formed in H_2O ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

enriched oxidizing regions. Such regions were probably farther than where typical ^{16}O-rich type I chondrules of carbonaceous chondrites formed.

References:
[1] Ushikubo T. et al. (2012) GCA, 90, 242-240
[2] Tenner T. J. et al. (2018) Chapter 8 in Chondrules (Cambridge Univ. press)
[3] Tenner T. J. et al. (2015) GCA, 148, 228-250
[4] Nakashima D. et al. (2012) EPSL, 357-358, 355-365
[5] Defouilloy C. et al. (2017) EPSL, 465, 145-154
[6] Hiroi T. (2001) Science, 293, 2234-2236
[7] Yamanobe M. et al. (2018) Polar Sci., 15, 29-38
[8] Frank D. R. et al. (2014) GCA, 142, 240-259

キーワード：タギッシュレイク隕石、コンドルール、酸素同位体、二次イオン質量分析計
Keywords: Tagish Lake meteorite, Chondrule, Oxygen isotope, SIMS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Isheyevo隕石中の非常に^{16}Oに富むCAI
Extreme ^{16}O-rich CAIs in Isheyevo chondrite

*坂本 直哉[1]、川崎 教行[2]
*Naoya Sakamoto[1], Noriyuki Kawasaki[2]

1. 北海道大学創成研究機構、2. 北海道大学自然史科学専攻
1. Creative Research Institution, Hokkaido University, 2. Natural History Sciences, Hokkaido University

Oxygen in the solar system is believed to be formed by mixing of ^{16}O-rich and ^{16}O-poor reservoirs [e.g. 1 and references therein]. The ^{16}O-poor end member ($\Delta^{17}O$ = +85‰) was found from magnetite in cosmic symplectite and infers that the ^{16}O-poor reservor is H_2O [2]. Nevertheless candidates of ^{16}O-rich end member were reported from one chondrule named a006 ($\Delta^{17}O$ = -37‰) [3], 4 Ca-Al-rich inclusions (CAIs) ($\Delta^{17}O$ = -37 to -32‰) [4,5] and the Sun ($\Delta^{17}O$ = -28‰) [6] relative to other CAIs ($\Delta^{17}O$ = -23‰) [e.g. 7], characteristics of the reservoir are unclear because of the diversity of few samples. In this study, we surveyed extreme ^{16}O-rich CAIs in Isheyevo chondrites to investigate the ^{16}O-rich end menber.

Thirteenthick sections of Isheyevo chondrite were newly prepared. X-ray elemental maps were obtaind for whole sections by FE-SEM-EDS. Al-rich inclusions on the sections were picked up as many as possible for isotope analysis in order to prevent biased sample selection. Oxygen isotope analysis for the inclusions were performed by SIMS.

Oxygen isotopic compositions of 263 CAIs were measured and 4 extreme ^{16}O-rich CAIs were found. Two CAIs are composed of grossite core rimmed by spinel, melilite and Ti-rich diopside layer and others lack diopside and/or melilite. While the heterogeneous composition of grossite ($\Delta^{17}O$ = -36 to -32‰) would be affected by altered feature of grossite, the spinel grains have uniform ^{16}O-rich compsition ($\Delta^{17}O$ = -37‰). If we draw a line in 3 oxygen isotope diagram with the extreme ^{16}O-rich spinel and spinel in chondules near the CAI, the slope is in good agreement with a slope of olivine in a006 chondrule and porphiritic olivine chondrule infer that the oxygen isotopic composition of the spinel grains maintain the signature of an^{16}O-rich end member of the Solar System.

References:[1] Yurimoto *et al.* (2008)*Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 68, 141–186. [2] Sakamoto *et al.* (2007) *Science*317, 231-233. [3] Kobayashi *et al.* (2003) *Geochemical J.* 37, 663–669. [4] Gounell *et al.* (2009) *ApJ*698, L18-L22.[5] Krot *et al.* (2017) *GCA* 201, 185-223. [6] McKeegan *et al.* (2011) *Science*332, 1528-1532. [7] Kawasaki *et al.* (2018) *GCA* 221, 318-341.

キーワード：酸素同位体、Isheyevo隕石、CAI、SIMS
Keywords: Oxygen isotope, Isheyevo chondrite, CAI, SIMS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reduced CVコンドライトに含まれる細粒CAIの初生^{26}Al/^{27}Al比の分布
Variations in initial ^{26}Al/^{27}Al ratios among fine-grained CAIs in the reduced CV chondrites

*川崎 教行[1]、パク チャンクン[2]、坂本 直哉[1]、臼本 尚義[1,3]
*Noriyuki Kawasaki[1], Changkun Park[2], Naoya Sakamoto[1], Hisayoshi Yurimoto[1,3]

1. 北海道大学、2. 韓国極地研究所、3. 宇宙科学研究所
1. Hokkaido University, 2. KOPRI, 3. ISAS/JAXA

隕石に含まれるCAI (Ca-Al-rich inclusion)は，太陽系最古の岩石であり [1]，太陽組成の高温ガスから凝縮した鉱物により構成されている [2]。ほとんどのCAIは，娘核種^{26}Mgの過剰として検出可能な量の^{26}Alを，その形成時に含んでいた [3]。^{26}Alは半減期約70万年の短寿命放射性核種であり，^{26}Al–^{26}Mg相対年代系は，初期太陽系の年代学的研究に広く用いられてきた。近年二次イオン質量分析法により，CAIの高精度^{26}Al–^{26}Mg鉱物アイソクロンが取得され始め，個々のCAIそれぞれについて，その形成時の初生^{26}Al/^{27}Al比が明らかになってきた [e.g., 4–9]。CVコンドライトに含まれるCAIは，fluffy Type A CAIや細粒CAIといった，ガスからの高温凝縮物とされる「凝縮物CAI」と，太陽系円盤内で溶融・再固化を経験したとされる「火成CAI」とに大別できる。これまでに，火成CAIと，凝縮物CAIのうちfluffy Type A CAIは，それぞれが，少なくとも約5.2 ×10^{-5}から4.2 ×10^{-5}の初生^{26}Al/^{27}Al比の広がりをもつことがわかっている [5, 6, 9]。しかし，凝縮物CAIのうち，細粒CAIの高精度^{26}Al–^{26}Mg鉱物アイソクロンの測定例は，まだ1例のみ [4]で，その初生^{26}Al/^{27}Al比は約5.2 ×10^{-5}である。本研究は，「凝縮物CAI」と「火成CAI」の初生^{26}Al/^{27}Al比の分布を，より系統的に比較するために，reduced CVコンドライトであるエフレモフカ，ヴィガラノ，TIL 07007隕石に含まれる，5つの細粒CAIの高精度^{26}Al–^{26}Mg鉱物アイソクロンデータを，二次イオン質量分析計 (CAMECA ims-1280HR，北海道大学設置)を用いて新たに取得した。

新たに得られた5つの細粒CAIの^{26}Al–^{26}Mg鉱物アイソクロンはそれぞれ，(5.19 ±0.17) ×10^{-5}，(5.00 ±0.17) ×10^{-5}，(4.53 ±0.18) ×10^{-5}，(4.43 ±0.31) ×10^{-5}，(3.35 ±0.21) ×10^{-5}の初生^{26}Al/^{27}Al比を示した。2つの細粒CAIの初生^{26}Al/^{27}Al比は，上述の細粒CAIの文献値 [4]およびCVコンドライト中のCAIの全岩アイソクロンから求められたカノニカル^{26}Al/^{27}Al比 (約5.2 ×10^{-5}) [10, 11]とほぼ同一であった。一方，他3つの細粒CAIの初生^{26}Al/^{27}Al比は，5.2 ×10^{-5}よりも明らかに小さい。本研究により得られた細粒CAIの初生^{26}Al/^{27}Al比は，(5.19 ±0.17) ×10^{-5}から (3.35 ±0.21) ×10^{-5}の広がりを示し，44 ±7万年の形成年代幅に相当する。これは，火成CAIについて知られている，初生^{26}Al/^{27}Al比の約5.2 ×10^{-5}から4.2 ×10^{-5}という広がり（約20万年の形成年代幅に相当）[5, 6]よりも大きい。

これまで，CVコンドライト中のCAIの全岩Al–Mg同位体データが，一つのアイソクロンライン上にきれいにプロットされていることから，(1) CVコンドライト中のCAIの形成領域において^{26}Alが均一に分布していた，さらに，(2) CAIダストの高温凝縮プロセスは，太陽系形成最初期の約2万年以内に完了していた，とされていた [10, 11]。しかし，本研究により得られた細粒CAIの初生^{26}Al/^{27}Al比の広がりは，^{26}Alが均一に分布していた場合には，太陽系星雲ガスからの細粒CAIの高温凝縮プロセスが，太陽系形成最初期の少なくとも約40万年間続いていたことを示す。もしくは，初期太陽系のCAI形成領域において，少なくとも約3.4 ×10^{-5}から5.2 ×10^{-5}の^{26}Al/^{27}Al比の幅に相当する，^{26}Al分布の不均一があったのかもしれない。

[1] Connelly et al. (2012) *Science* 338, 651–655. [2] Grossman (1972) *GCA* 86, 597–619. [3] MacPherson et al. (1995) *Meteoritics* 30, 365–386. [4] MacPherson et al. (2010) *ApJL* 711, L117–L121. [5] MacPherson et al. (2012) *EPSL* 331–332, 43–54. [6] MacPherson et al. (2017) *GCA* 201, 65–82. [7] Kawasaki et al. (2017) *GCA* 201, 83–102. [8] Kawasaki et al. (2018) *GCA* 221, 318–341. [9] Kawasaki et al. (2019) *EPSL* 511, 25–35. [10] Jacobsen et al. (2008) *EPSL* 272, 353–364. [11] Larsen et al. (2011) *ApJL* 735, L37–L43.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

部分溶融プロセスを示すcompact type A CAIsの岩石組織学的研究
Petrographic study of compact type A CAIs with partial melting process

*鈴村 明政[1]、瀬戸 雄介[2]、伊藤 正一[1]
*Akimasa Suzumura[1], Yusuke Seto[2], Shoichi Itoh[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 神戸大学理学研究科
1. Graduate school of Science, Kyoto University, 2. Graduate school of Science, Kobe University

隕石に含まれる難揮発性包有物 (Ca-Al-rich inclusions (CAIs))は太陽系最古の物質であり (Connelly et al., 2012)、粗粒CAIsは岩石学的特徴によりtype A, type B,およびtype Cに分類される (e.g., Grossman 1975)。CAIsの中でもCompact Type A CAIs (CTAs)は太陽系最初期に形成され、少なくとも一度は部分溶融を経験していると考えられている (e.g., Simon et al., 1999)。部分溶融の指標は、CAIs全体の形成を議論するために必要である。Yurimoto et al. (1998) では、Compact Type A CAIs中の構成鉱物間の酸素同位体組成不均一と化学組成ゾーニングから部分溶融を説明した。しかしながら、部分溶融に伴う結晶成長の観点からCTAs全体の形成過程を議論している研究は限られている (Ito et al., 2004, Park et al., 2012, Kawasaki et al., 2017)。

一般的に、CTAs中のスピネルはメリライトまたはファサイト中に普遍的に囲まれており、CAIメルトから最初に結晶化した鉱物であると推定されている（Stolper, 1982）。すなわち、CTAs中のスピネルは、部分溶融プロセスのような熱履歴の貴重な情報を保存していることが期待される。したがって、本研究では、CTAs中のスピネルの岩石学的および鉱物学的特徴に注目した。研究対象のCTA（KU-N）は、North West Africa 7865 reduced CV3炭素質コンドライト薄片に含まれてる。Yoneyama et al.(2016)は同様のCTAを研究し、複数回の部分溶融を経験したと結論づけた。部分溶融に伴う結晶成長を評価する為に、偏光顕微鏡、走査型電子顕微鏡 (SEM)及び電子線後方散乱回折分析法(EBSD)を用いて部分溶融（局所組成ゾーニング、粒子形状および結晶方位の関係）に起因する微細組織に焦点を当てたCTA（KU-N-02）の岩石学的及び鉱物学的研究を行った。

KU-N-02 CTAでは、スピネル結晶はメリライトまたはファサイトに囲まれている。前者(最大約50μmまでの大きさ)は全体的に自形であるが縁は丸みを帯びており、後者(約10～100μmの大きさ)は鋭い縁を有する自形結晶でる。両方の種類のスピネル粒子の表面上に、数μmのサイズの小さなペロブスカイト粒子が偏在して存在する。

KU-N-02 CAIs内部において、スピネルを含む単結晶のメリライトが特徴的な組成ゾーニングを示した。単結晶メリライトは全体的に、コアがAlに富みリムがMgに富むノーマルゾーニングを示す。しかし、メリライト単結晶中のスピネル表面近傍の幅約10 μmの領域が、周りよりも比較的にMg-richな組成を 示した。また、EBSD測定により組成の異なるメリライトの結晶方位は一致していた。すなわち、スピネル近傍のMgに富むメリライトは、その周りのAlに富むメリライト結晶が結晶化した後に結晶化したと考えられる。単純な冷却によってこのような組織の形成を説明するのは難しい。

これらの結果より、この組織はスピネルとメリライトの境界領域が何らかの加熱過程により高温で共融し、さらにその後急冷中にMg/Al含有量がメリライトとスピネルに再分配されたことを示唆している。つまり、この部分溶融はおそらくメリライトに囲まれたスピネルの特徴的な形状およびメリライトの局所組成ゾーニングをもたらした。

本発表では、これらのスピネル-メリライト-ファッサイト-ペロブスカイト結晶の形状・方位関係・化学組成

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の関係に注目し、部分溶融に伴う結晶成長を評価することでKU-N CTAsの形成過程を議論する。

キーワード：Compact Type A CAIs、部分溶融、岩石組織学
Keywords: Compact Type A CAIs, partial melting, petrographic study

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)

原始太陽系星雲における物質形成から原始惑星への集積、天体内部や表面での諸過程を隕石や他の惑星物質に対する研究と実験的研究の両面から議論する。初期太陽系の情報を保存する始原的物質（コンドライト隕石や惑星間塵、サンプルリターン試料）に関しては、それらの鉱物・有機物・水・希ガス・微量元素分析を通して明らかになった知見を総合理解することを目指す。分析手法開発研究（化学、理論、物性）や学生の萌芽的研究を歓迎し、将来の太陽系、惑星系形成研究の新たな開拓につなげたい。さらに分化隕石やコンドライト母天体における水質変成・熱変成作用、火成活動、コア・マントル・地殻形成、並びに天体衝突といった現象に加えて、母天体の内部構造や構成物質などについても議論する。実験的手法による惑星物質の組成、相平衡や構造に関する知見なども取り上げ、隕石とあわせて天体における諸過程を議論する。

[PPS07-P01] 種々の模擬宇宙環境におけるアミノ酸前駆体の安定性評価

*佐藤 智仁[1]、倉本 想士[1]、横尾 卓哉[1]、吉田 聡[2]、依田 功[3]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、三田 肇[4]、神田 一浩[5]、柴田 裕実[6]、高橋 淳一[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.量子科学技術研究開発機構、3.東京工業大学、4.福岡工業大学、5.兵庫県立大学、6.大阪大学)

[PPS07-P02] 隕石母天体中の水質変成過程におけるガンマ線によるアミノ酸の生成

*浅野 伸哉[1]、依田 功[2]、村松 康司[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.兵庫県立大学)

[PPS07-P03] ラマンスペクトルを基にした反応速度論から探る隕石有機物の熱履歴

*桐生 健斗[1]、癸生川 陽子[1]、伊規須 素子[2]、渋谷 岳造[2]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PPS07-P04] Relationship between spatial distribution of organic compounds and minerals in the Murchison meteorite

*仙石 大洋[1]、橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[1] (1.九州大学)

[PPS07-P05] NWA8613隕石中のヒボナイトとメリライトに富む細粒難揮発性包有物の酸素同位体分布とAl-Mg年代

*和田 壮平[1]、川崎 教行[1]、圦本 尚義[1,2] (1.北海道大学、2.宇宙科学研究所)

[PPS07-P06] 炭素質コンドライトALH A77307におけるコンドリュールリム中のエンスタタイトウィスカーの観察

*代田 泰久[1]、安武 正展[1]、延寿 里美[1]、土山 明[1] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻)

[PPS07-P07] 3D observation of whisker-like material in the porous matrix of the Paris CM chondrite by SR-XCT

*安武 正展[1]、Epifanio Vacarro[2]、上杉 健太郎[3]、竹内 晃久[3]、中野 司[4]、土山 明[1] (1.京都大学大学院　理学研究科　地球惑星科学専攻、2.National History Museum, London、3.JASRI/SPring8、4.産総研地質調査センター)

[PPS07-P08] 流体包有物の同位体分析のための凍結SIMS法の開発

*磯野 雄生[1]、坂本 直哉[2]、圦本 尚義[3] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星システム科学講座、2.北海道大学創成研究機構、3.北海道大学理学研究院自然史科学部門)

[PPS07-P09] ガンドルフィ・アタッチメントを用いたX線回折実験：微小地球外物質への適用

*今栄 直也[1,2]、木村 眞[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PPS07-P10] Trace elements analysis and Ar-Ar dating for microgram-scaled extraterrestrial samples

*岡崎 隆司[1]、関本 俊[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.京都大学複合原子力科学研究所)

[PPS07-P11] 小型の永久磁石を用いた低温固体粒子の磁気分離と物質同定

*植田 千秋[1]、山口 若菜[1]、久好 圭治[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻)

[PPS07-P12] The metallographic cooling rate of the Tafassasset primitive achondrite

*杉浦 直治[1]、荒井 朋子、松井 孝典 (1.千葉工業大学)

[PPS07-P13] The systematic investigations of high-pressure minerals in lunar basaltic meteorites

*宮原 正明[1]、高妻 一就[1]、大谷 栄治[2]、山口 亮[3]、境 毅[4]、大藤 弘明[4]、富岡 尚敬[5]、兒玉 優[6] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.国立極地研究所、4.愛媛大学地球ダイナミクス研究センター、5.JAMSTEC高知コア研究所、6.マリンワークジャパン)

[PPS07-P14] Bulk chemical analysis of iron meteorites by LA-ICP-MS

*山口 亮[1]、白井 直樹[2]、羽場 麻希子[3] (1.国立極地研究所、2.首都大学東京、3.東京工業大学)

種々の模擬宇宙環境におけるアミノ酸前駆体の安定性評価
Stability of Amino Acid Precursors in Simulated Extraterestrial Environments

*佐藤 智仁[1]、倉本 想士[1]、横尾 卓哉[1]、吉田 聡[2]、依田 功[3]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、三田 肇[4]、神田 一浩[5]、柴田 裕実[6]、高橋 淳一[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*tomohito sato[1], Soushi Kuramoto[1], Takuya Yokoo[1], Yoshida Satoshi[2], Isao Yoda[3], Hitoshi Fukuda[3], Yoshiyuki Oguri[3], MITA Hajime[4], Kazuhiro Kanda[5], Hiromi Shibata[6], Zyunichi Takahashi[1], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 量子科学技術研究開発機構、3. 東京工業大学、4. 福岡工業大学、5. 兵庫県立大学、6. 大阪大学
1. yokohama national univercity, 2. QST, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. Fukuoka Institute of Technology, 5. University of Hyogo, 6. Osaka University

Since a wide variety of organic compounds have been detected in extraterrestrial bodies like carbonaceous chondrites [1] and comets [2], extraterrestrial organics could be essential sources for the first life on the Earth. Amino acids in carbonaceous chondrites increased after acid-hydrolysis, which suggested that not only free amino acids but also amino acid precursors were present in them. Laboratory experiments simulating extraterrestrial environments showed that not free amino acids but amino acid precursors were mainly formed [3, 4]. Though amino acid precursors in meteorites and products of laboratory simulations have not been well identified, aminonitriles and hydantoins could be candidates. On the other hands, proton irradiation of a mixture of CO, NH_3 and H_2O, which simulated possible reactions among interstellar media, gave complex amino acid precursors with large molecular weights [5]. Such amino acids and amino acid precursors that were formed abiotically in space environments would be exposed to various energy sources in prior to delivery to the primitive Earth. For example, organics in molecular clouds were exposed to galactic cosmic rays (protons and heavy ions). Interstellar organic compounds were irradiated with strong VUV/X-rays from the young Sun. Organic compounds in small bodies were irradiated with gamma rays from such nuclides as ^{26}Al in the earlier stage of the solar system. Organic compounds in interplanetary dust particles were exposed to solar UV/VUV before delivery to Earth atmosphere. Thus it is important to examine stability of amino acids and their precursors against energetic particles and photons. We experimentally investigated the stability of amino acids and their precursors against heavy ions, gamma-rays, UV and soft X-rays.

Target molecules used in the present study were (i) glycine (Gly), (ii) hydantoin (Hyd; a precursor of Gly), and (iii) aminoacetonitrile (AAN; the Strecker-type precursor of Gly). They are used as 5 mM solutions in ammonia water (pH 9). In addition to them, we chose (iv) organic material synthesized from a mixture of CO, NH_3 and H_2O by 2.5 MeV protons from a Tandem accelerator (Tokyo Tech). We will call them CAW. CAW contained complex amino acid precursors with large molecular weights [3].

Experimental: *Heavy ions irradiation*: Aqueous solution of each target molecule was frozen in liquid nitrogen, and was irradiated with 290 MeV/u carbon ions from HIMAC (NIRS, Japan) at 7.5-15 kGy. *Gamma-rays irradiation*: Aqueous solution of each target molecule was irradiated with gamma rays (5-10 kGy) from a ^{60}Co source (Tokyo Tech, Japan). *UV irradiation*: Each target molecule was irradiated with UV from a xenon lamp after dried in pits of an aluminum plate. *Soft X-rays irradiation*: Each target molecule was irradiated with soft X-rays from a synchrotron (NewSUBARU BL-6) for 10 min after dried on aluminum plates. Amino acid analysis: all the target materials were recovered as aqueous solutions, were

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

acid-hydrolyzed (6 M HCl, 110℃, 24 h), and amino acids in them were determined by reversed-phase HPLC after pre-column derivatization with *o*-phthalaldehyde and mercaptoethanol.

Results and Discussion: Since glycine was always major amino acids after acid hydrolysis of all the target materials after irradiation yielded glycine, we will discuss stability of target molecules by using the glycine yields.

Heavy ions irradiation: Recoveries at 15 kGy were as follows. CAW (95.1%), Hyd (93.6%), Gly (91.8%) and AAN (77.5%). AAN was least stable among all. *Gamma-rays irradiation*: Decomposition of AAN, CAW and Hyd at 10 kGy was not detected, while recovery of Gly was 79.5%. *Soft X-rays irradiation*: recovery ratios were less than 10 % in the case of Gly, Hyd and AAN, while that of CAW was 51.1%. UV-irradiated samples were now under analysis.

Free amino acid (glycine) was generally less stable than amino acid precursors (CAW and Hyd), and CAW was most stable among 4 compounds tested against all the energies. Thus it was suggested that complex amino acid precursors were robust molecules in space, while free amino acids were easy to decompose even if they were formed from their precursors in space.

References

[1] K. Kvenvolden *et al.*, *Nature*, **228**, 923-926 (1970).

[2] J. Kissel and F. R. Krueger, *Nature*, **326**, 755-760 (1987).

[3] Y. Takano *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **84**, 1410-1412 (2004).

[4] Y. Kebukawa et al., *Sci. Adv.*, **3**, e1602093 (2017).

[5] S. Kuramoto *et al.*, *2019 JpGU Meeting*, Chiba (2019).

[6] S. Iglesias-Groth et al., *Mon. Not. R. Astron. Soc.,* **410**, 1447-1453 (2011).

キーワード：アミノ酸前駆体、放射線、安定性
Keywords: Amino Acid Precursors, Radiation, Stability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

隕石母天体中の水質変成過程におけるガンマ線によるアミノ酸の生成
Production of amino acids by gamma rays during aqueous alteration process in meteorite parent body

*浅野 伸哉[1]、依田 功[2]、村松 康司[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*Shinya Asano[1], Isao Yoda[2], Yasuji Muramatsu[3], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 東京工業大学、3. 兵庫県立大学
1. Yokohama national university, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. University of Hyogo

[諸元]地球上における生命の誕生にはアミノ酸等の有機物が必要である。そのアミノ酸の供給源の一つとして、隕石などの地球外物質が考えられている。このような隕石の多くは小惑星を起源としているため、小惑星中の有機物の起源を考える必要がある。太陽系形成初期に、塵、氷、分子雲由来の低分子有機物を含む小惑星では、^{26}Alの放射性崩壊による熱により氷が溶けて水質変質が起こった。隕石中に存在する複雑な高分子有機物(不溶性有機物)は、このような液体の水(0～150℃程度)が存在する環境下で形成された可能性が指摘されている。この説を基に小惑星での水質変成を模擬した実験で、ホルムアルデヒド、アンモニア、水を加熱すると隕石有機物のような高分子有機物が形成されることがわかった。本研究では、水質変質過程において^{26}Alの放射性崩壊により発生するガンマ線が有機物生成にどれだけ影響するか調べることを目的とした。

[実験方法]出発物質として体積が200μl、モル比が水：ホルムアルデヒド:アンモニア＝100:5:5になるような混合物質をガラス管に加え、ガラス管内を真空にして封緘したものに東京工業大学の^{60}Co線源を用いてガンマ線を照射した。照射条件は、3kGy/h×2.5h,3kGy×4h,3kGy/h×5h,1.5kGy/h×5h,1.5kGy/h×8h,1.5kGy/h×10hの６種類とした。比較のため同様の試料をオーブンで加熱(150℃、24h)した試料も作成した。照射後の試料はCaF_2プレートに乗せて乾燥させたものを顕微FT-IR、金板に乗せて乾燥させたものを兵庫県立大学のX線吸収端近傍構造解析（XANES）で解析した。また、照射後の試料を酸加水分解（6 M塩酸、24h、110℃）したものを、陽イオン交換HPLCを用いてアミノ酸分析を行った。

[結果と考察]<陽イオン交換HPLC>

酸加水分解後の試料からグリシン、アラニン、β-アラニンなどの種々のアミノ酸が検出された。また、照射後の試料からは加熱試料に比べてアラニンが比較的多く生成していた。これは照射試料と加熱試料でアミノ酸の生成経路が異なることを示唆している。

[今後の展望]

今後の展望として照射条件（単位時間あたりのエネルギーと時間）を増やして、水質変成過程で^{26}Alが放射性崩壊によって系に与えたエネルギーの概算値を用いて隕石母天体環境への外挿を行いたいと考えている。また、先行研究より複雑な高分子有機物が生成することがわかっているため、LC-MS等を用いた分析を行いたい。

[参考文献]

[1] G.D.Cody et al.,*PNAS*,108,19171-19176 (2011).
[2] Y.Kebukawa et al.,*Astrophysical J.*, 771, 19 (2013)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ラマンスペクトルを基にした反応速度論から探る隕石有機物の熱履歴
Kinetic approaches for the thermal history of organic matter in meteorites based on Raman spectra

*桐生 健斗[1]、癸生川 陽子[1]、伊規須 素子[2]、渋谷 岳造[2]、小林 憲正[1]
*Kento Kiryu[1], Yoko Kebukawa[1], Motoko Igisu[2], Takazo Shibuya[2], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Yokohama National Univ., 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

CI, CM, and CR chondrites experienced aqueous alteration in their parent bodies, and contain organic carbon up to a few wt%. More than 70 wt% of it exists in the form of insoluble organic matter (IOM) (e.g., Pizzarello et al., 2006). Organic matter (OM) is susceptible to heating, and changes their structures, reflecting aqueous alteration and/or thermal metamorphisms. Thus, it attracts attention as the index of the parent body processes.

Kebukawa et al. (2010) estimated kinetic parameters for thermal degradation of aliphatic C-H through in-situ heating experiments of IOM and bulk of the Murchison meteorite (CM2) using the Fourier transform infrared micro-spectroscopy (microFTIR) combined with heating stage. They revealed that the peak intensity of aliphatic C-H is a good index of low-temperature and/or short-duration heating in the parent bodies. However, microFTIR is not enough for estimating thermal process of OM under high-temperature and long-duration heating which IR signals of aliphatic C-H are unlikely to be detected. Raman spectroscopy is a complementary tool to IR spectroscopy, since their spectral features of OM in the chondrites reflect thermal changes in aromatic structure in the complex OM (Quirico et al. 2003; Bonal et al., 2006, 2007; Busemann et al., 2007). When chondritic OM is heated, its aromatic structure will be more ordered to graphitic structure. This process is an irreversible, and results in changes of disordered (D_1-: ~1350 cm^{-1}) and graphite bands (G: ~1590 cm^{-1}) in Ramn spectra. Therefore, D_1- and G-bands were often used as indicators of degree of thermal metamorphism, but understanding of kinetic behaviors of the Raman spectral parameters is still limited. Thus, in order to evaluate thermal history of OM in chondrites under high-temperature and/or long-duration heating, we performed a series of heating experiments of the Murchison meteorite powders and kinetic analyses of their Raman spectral parameters.

The Murchison meteorite powders were heated under low oxygen condition in a vacuum furnace for 3-48 h at 600-900˚C. The low-oxygen condition was maintained by a gas mixture of N_2 and H_2 (99:1, v/v). The samples after heating were analyzed using Raman spectrometer with a 532 nm laser (RAMANtouch; Nanophoton). The Raman spectra of all the samples show D_1- and G-bands. We determined 5 Raman spectral parameters: the full width at half maximum (FWHM) and the peak positions of D_1- and G-bands, and the ratio of the peak intensity of D_1- to G-band. The changes in these Raman parameters with time at each temperature will be fitted with algebraic kinetic equations deduced by possible physical mechanisms, and estimate reaction rate constant. Then the apparent activation energies and frequency factors will be calculated by the reaction rates using the Arrhenius equation. Finally, we will establish the Raman parameters as functions of heating temperature and time. Combining previously reported kinetics of aliphatic C-H (Kebukawa et al. 2010), it may allow us to calculate precise time and temperature of thermal processes for chondrites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：隕石有機物、熱史、反応速度論、ラマン分光法
Keywords: Organic matter in meteorites, Thermal history, Kinetics, Raman spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relationship between spatial distribution of organic compounds and minerals in the Murchison meteorite

*仙石 大洋[1]、橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[1]
*Taiyo Sengoku[1], Minako Hashiguchi[1], Hiroshi Naraoka[1]

1. 九州大学
1. Kyushu University

[Introduction]

Primitive meteorites contain a wide variety of organic compounds. More than 600 species of CHN compounds were identified in the methanol extract of the Murchison meteorite (CM2), in which saturated- and unsaturated-alkylated pyridines ($C_nH_{2n-4}N^+$ and $C_nH_{2n-6}N^+$) as well as alkylimidazoles ($C_nH_{2n-1}N_2^+$) are predominant (Naraoka et al., 2017). Interaction between organic matter and minerals during aqueous alteration is very important in the chemical evolution (e.g. Kebukawa et al., 2010), therefore, it is necessary to investigate the spatial distribution of the organic matter and minerals in the meteorites. In the previous studies, chemical imaging of soluble organic matter (SOM) was performed on the Murray and Murchison meteorites (CM2) by desorption electrospray ionization/high-resolution mass spectrometry (DESI/HRMS), and the different spatial distribution was observed among the different CHN species and/or their alkylated homologues (Naraoka & Hashiguchi, 2018, Hashiguchi & Naraoka, 2018). However, the relationship between the organic compounds and minerals is still unresolved. In this study, the DESI-HRMS imaging and detailed mineralogical observation were performed on fragments of the Murchison meteorite.

[Sample & Method]

Two fragments designated as “np15" (2x3 mm^2) and “np16” (2x2 mm^2) were obtained by chipping from different large fragments of the Murchison meteorite. These fragments were embedded in indium or metal with low-melting point for DESI-HRMS imaging. The DESI-HRMS imaging was performed on each sample for three times. Methanol was used as a spray solvent with the flow rate of 2 μL/min. The electrospray voltage was set to 3 kV. The nebulizer N_2 gas pressure was ~100 psi. The positive ions were collected in a full scan mode (*m/z* 50-500) with mass resolution of about 140,000 ($m/\Delta m$ at *m/z* 200) on the sample surface of np15 (4x4 mm^2) and np16 (3.8x3.8 mm^2). For the fragment np16, dry polishing was performed on the sample to remove ~250 μm from the surface and the imaging was performed again, because no signals of CHN compounds were obtained by the 1st set of DESI-HRMS imaging. After the DESI-HRMS imaging, the same sample surface was used to obtain backscattered electron images (BSE) and X-ray elemental maps using SEM/EDS.

[Results & Discussion]

Some alkylated homologues of CHN compounds were detected from np15 by DESI-HRMS imaging. Their exact masses correspond to alkylimidazole ($C_nH_{2n-1}N_2^+$) and saturated- or unsaturated-alkylated pyridine ($C_nH_{2n-4}N^+$ or $C_nH_{2n-6}N^+$) within 3 ppm of mass precision. The spatial distribution was different between $C_nH_{2n-1}N_2^+$ and $C_nH_{2n-4}N^+$, which is consistent with the previous study (Naraoka & Hashiguchi, 2018). On the other hand, no CHN compounds were detected from np16. After removing ~250 μm of the surface of np16 by polishing, some CHN compounds corresponding to $C_nH_{2n-1}N_2^+$ and $C_nH_{2n-6}N^+$ were detected in 3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

rd DESI-HRMS imaging finally, however, these compounds were not detected by 1st and 2nd analyses. These results indicated that the CHN compounds might have been volatilized from the sample surface during its storage, and that repeated DESI-HRMS imaging is important to obtain clear signals of SOM from inside of meteorite. The detected CHN compounds showed heterogeneous spatial distribution in the sample surface, which indicate that dry polishing does not affect the spatial distribution of SOM significantly.

In both np15 and polished np16 samples, the CHN compounds distribute mainly in the matrix region (~ few hundreds of square meters) of the meteorite. Although the X-ray elemental mapping showed that CHN compounds-rich region seemed to contain abundant Ca-containing minerals in both fragments, no clear relationship was observed between the averaged chemical compositions of matrix region and the spatial distribution of the CHN compounds. Further detailed analysis will be performed on tiny minerals in the matrix.

キーワード：炭素質コンドライト、化学イメージング、可溶性有機化合物
Keywords: carbonaceous chondrite, chemical imaging , soluble organic compounds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

NWA8613隕石中のヒボナイトとメリライトに富む細粒難揮発性包有物の酸素同位体分布とAl-Mg年代
O and Al-Mg isotope systematics of a hibonite-melilite-rich fine-grained CAI in the reduced CV chondrite NWA8613

*和田 壮平[1]、川崎 教行[1]、圦本 尚義[1,2]
*Sohei Wada[1], Noriyuki Kawasaki[1], Hisayoshi Yurimoto[1,2]

1. 北海道大学、2. 宇宙科学研究所
1. Hokkaido University, 2. ISAS/JAXA

隕石に含まれるCa–Al-rich inclusions (CAIs) は，太陽組成高温ガスからの凝縮鉱物により構成される岩石である [1]．CAIsは，岩石学的に粗粒CAIsと細粒CAIsに分けられる．その中でも，細粒CAIsは，希土類元素パターンと鉱物の複雑な層構造から，溶融を経験していない凝縮物であると考えられている [2, 3]．粗粒Type B CAIsのように溶融を経験したCAIsについては，これまでに詳細に形成過程研究，酸素同位体組成の非平衡分布の起源解明や，形成年代測定がなされてきた [4, 5]．一方，細粒CAIsについて，それらを系統的に行った研究はこれまでにほとんどない．本研究では，NWA8613 CVコンドライト中の細粒CAIについて，形成過程と周囲のガスの酸素同位体変化，および形成年代を明らかにすることを目的とし，系統的な岩石学的研究・局所酸素同位体分析・^{26}Al–^{26}Mg年代測定を行った．試料の観察と元素分析には，走査電子顕微鏡システム FE-SEM-EDS-EBSD (JEOL JSM-7000F; Oxford X-Max^{N} 150; Oxford HKL) を用いた．局所酸素・Al–Mg同位体分析は，二次イオン質量分析計 (SIMS, Cameca ims-1270e7, 1280HR) で行った．

本細粒CAIは，10 ×12 mmのサイズで，不規則な外形をもつ．本CAIは主に，メリライト，ヒボナイト，スピネルから構成され，これらの鉱物がCAI全体で存在比を変えながら分布する．鉱物の組み合わせ自体は，粗粒Type A CAIによく似ているが，よりヒボナイトに富むことが特徴である．構成鉱物の酸素同位体組成は，CCAM (Carbonaceous Chondrite Anhydrous Mineral) ライン上にプロットされる非平衡分布を示し，Δ^{17}O ~ –23から0 ‰の間に分布している．本CAIは岩石学的にヒボナイトに富むコア部，スピネルに富むコア部，メリライトに富む内部マントル部，ヒボナイトとスピネルに富む外部マントル部に分けられる．さらに包有物の周囲は，薄いスピネルとディオプサイドの層状リムに囲まれている．メリライト結晶は，コア・マントル部それぞれに含まれている．コア部のメリライト結晶は結晶内部がゲーレナイト成分に富み，結晶粒界部分がオケルマナイト成分に富む正累帯構造をもち，Δ^{17}O ~ –23から–10‰の間の酸素同位体組成変化を示す．メリライトの酸素同位体組成と化学組成の変化には相関がみられ，オケルマナイト成分値 (Åk値) が上昇するにつれてΔ^{17}O値が上昇する傾向を示す．内部マントル部に見られるメリライト結晶は，結晶の中心部分から粒界に向かって，まず，逆累帯構造の結晶成長を示し，その周りで正累帯構造に転じ，さらに再び結晶リム部にかけて逆累帯構造へと変化する．一方，その酸素同位体組成は，このような複雑な化学組成変化 (Åk2–14) にかかわらず，均一な値を示す (Δ^{17}O ~ 0 ‰)．外部マントル部のメリライト結晶は，正累帯構造をもつ．酸素同位体組成は，Δ^{17}O ~ –17から0 ‰の間の変化を示し，Åk値が上昇するにつれてΔ^{17}O値が上昇する傾向を示す．ヒボナイトとスピネルは，その産状・組織にかかわらず均一な酸素同位体組成を示した (Δ^{17}O = –23 ‰)．コア部と外部マントル部に含まれるヒボナイトと内部マントル部に含まれるメリライトのAl–Mg同位体組成はアイソクロン図上で全て一つの直線上にプロットされた．このAl–Mg鉱物アイソクロンが与える初生^{26}Al/^{27}Al比は (4.50 ±0.09) ×10^{-5}である．

本CAIと同じバルク化学組成をもつメルトからは，ヒボナイトが晶出しないことが実験的に示されているが [6]，本CAI中では，ヒボナイトが存在比を変えながら全域に分布している．また，内部マントルのメリライト結晶の化学組成が振動する累帯構造をメリライトのメルト晶出により説明ことは難しい．これらの岩石学的組織は，メリライトが星雲ガスから凝縮しながら，先に形成していたヒボナイトとスピネルを取り込みつつ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CAIが成長したことを示している．鉱物間の酸素同位体非平衡分布は，その凝縮時に，周囲のガスの酸素同位体組成$\Delta^{17}O$ が~ −23から0 ‰の範囲で変動していたことを示し，さらにその変動方向は，少なくとも，^{16}Oに富む組成から乏しい組成に変化し，再び^{16}Oに富む組成へと変化していたことを示す．また本CAIの初生$^{26}Al/^{27}Al$比は，この一連の形成過程が，太陽系最初の固体形成 [7] から16 ±2万年後に起きていたことを示唆する．本研究は，太陽系の形成最初期のおよそ20万年の間，異なる酸素同位体組成をもつガスリザーバが存在していたこと [8] を支持する．

References: [1] Grossman (1972) *GCA* 36, 597–619. [2] Boynton (1975) *GCA* 39, 569–584. [3] Krot et al. (2010) *MaPS* 39, 1517–1553. [4] Kawasaki et al. (2018) *GCA* 221, 318–341. [5] Yurimoto et al. (1998) *Science* 282, 1874–1877. [6] Beckett and Stolper (1994) *MaPS* 29, 41–65. [7] Larsen et al. (2011) *ApJL* 735 L37–L43. [8] Kawasaki et al. (2017) *GCA* 201, 83–102.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

炭素質コンドライトALH A77307におけるコンドリュールリム中のエンスタタイトウィスカーの観察
Observation of Enstatite Whiskers in Fine-grained Rims in the Carbonaceous Chondrite ALH A77307

*代田 泰久[1]、安武 正展[1]、延寿 里美[1]、土山 明[1]
*Yasuhisa Shirota[1], Masahiro YASUTAKE[1], Satomi Enju[1], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planet, Science, Kyoto University

はじめに コンドライト組成をもつ多孔質惑星間塵(CP IDP)は、彗星に起源をもつ太陽系で最も始原的な物質の一つであると考えられている(Bradley et al., 1983)。CP IDPには、エンスタタイトウィスカーと呼ばれるエンスタタイト($MgSiO_3$)の微小なひげ状結晶が含まれている。エンスタタイトウィスカーは原始太陽系星雲においてガスからの凝縮により形成された物質と考えられている。

一方、炭素質コンドライトの中には変成をほとんど受けていない始原的な特徴を保持している隕石が存在し、Vaccaro et al. (2017)やMatsumoto et al. (2018)は、このような始原的炭素質コンドライトのマトリクス中にエンスタタイトウィスカーを発見した。もし、これらがCP IDPs中のものと同様であるとすると、隕石の起源である小惑星だけでなく彗星の形成過程にも大きな制約を与えることになる。しかしながら、炭素質コンドライト中に見出されたウィスカーの数は少なく、ウィスカーが隕石中に普遍的に存在するかどうか、またCP IDPsに産するものと同様のものであるか、その詳細は未だ明らかにされていない。

本研究の目的は、始原的炭素質コンドライトの詳細な走査型電子顕微鏡(SEM)観察により、多くのウィスカー状エンスタタイトを見出し、どのような部分にどのような頻度で存在するのかを明らかすることである。また、透過型電子顕微鏡(TEM)による詳細な観察および記載を行い、その起源に制約を与えることを目指した。

サンプルと手法 試料は最も始原的な炭素質コンドライトの一つであるALH A77307(CO3.0)を用いた。Vaccaro et al. (2017)によってこの隕石中に、エンスタタイトウィスカーが存在することが報告されている。組織観察は、京都大学、およびJAXA宇宙科学研究所にて行った。まず、隕石の研磨薄片をFE-SEM(JEOL JSM-7001F, Hitachi HT SU6600)により詳細に観察するとともにEDSによる元素マッピングを行うことでエンスタタイトウィスカーの探索を行った(加速電圧8 kV、プローブ電流100 pA)。これにより見出された一つのエンスタタイト結晶については、京都大学にて収束イオンビーム(FIB)装置(FEI Helios NanoLab 3G CX)を用いて薄膜試料を作成し、TEM(JEOL JEM2100T)による観察と(S)TEM/EDSによる分析を行った

結果と考察 3つのコンドリュールを取り囲む細粒リムにおいて、エンスタタイトウィスカーの探索を行った。これらのリムは、マトリクスと同様に、主に非晶質ケイ酸塩、カンラン石、輝石、Fe,Niメタルの集合体からなる。観察した全ての領域において、合計12本のウィスカー状エンスタタイトを発見した。発見されたウィスカーで最大のものは長さ11.9 μm、幅0.27 μmである。Bradley et al. (1983)をもとにウィスカーの分類を行った結果、アスペクト比が20以上のRodが４本、20以下のRibbonが８本であった。これらの数密度は少なくとも40本/mm^2であり、CP IDP中の存在度と比べると低いものの、ウィスカー状エンスタタイトが細粒リムに普遍的に存在する可能性を示唆している。今回発見されたウィスカーの一部には、しなりや折れた部分が観察され、CP IDPs中のものとは異なる。これはウィスカーがリムとして集積した時に変形した結果であると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1本のRibbon結晶（長さ1.21μm、幅0.16μm）の薄膜試料をTEMにより観察した結果、c軸方向に伸長した直方エンスタタイトであることがわかった。これは３次元的には、c軸に伸長した柱状結晶か、あるいは（010）に扁平な板状結晶であると考えられる。この結果から、この結晶はCP IDP中のものと同様に原始太陽系星雲中の凝縮過程により形成された板状結晶(Bradley et al., 1983)、もしくは、アニーリングにより非晶質ケイ酸塩から結晶化したもの(Brearley, 1993)である可能性が考えられる。炭素質コンドライト中のウィスカー状結晶のより詳細な成因を明らかにするためには、Rod結晶のようなウィスカー状エンスタタイトのさらなる鉱物学的分析が必要である。

[1] Vaccaro E. (2017) PhD thesis. The Open University. [2] Bradley J. P. et al. (1983) Nature. 301, 473-477. [3] Matsumoto M. et al. (2018) 81st Annual Meeting of the Meteoritical Society [4] Brearley. (1993) Geochim. Cosmochim. Acta 57, 1521-1550

キーワード：エンスタタイトウィスカー、始原的炭素質コンドライト
Keywords: Enstatite whisker, Primitive Carbonaceous Chondrite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3D observation of whisker-like material in the porous matrix of the Paris CM chondrite by SR-XCT

*安武 正展[1]、Epifanio Vacarro[2]、上杉 健太郎[3]、竹内 晃久[3]、中野 司[4]、土山 明[1]
*Masahiro YASUTAKE[1], Epifanio Vacarro[2], Kentaro Uesugi[3], Akihisa Takeuchi[3], Tsukasa Nakano[4], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学大学院　理学研究科　地球惑星科学専攻、2. National History Museum, London、3. JASRI/SPring8、4. 産総研地質調査センター
1. Division of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National History Museum, London, 3. JASRI/SPring8, 4. GSJ/AIST

Introduction The chondritic-porous interplanetary dust particles (CP-IDPs) are well-known material, that preserves primitive and pristine features of the early solar system. Enstatite whisker is one of the materials that characterizes CP-IDPs. It is thought that enstatite whiskers are condensates formed in the inner solar system and transferred to the outer regions, where comets formed [e.g. 1, 2]. Recently, whisker-like enstatite crystals were found in the primitive carbonaceous chondrites [3, 4]. However, the whisker-like materials they found could be a cut-plane of thin enstatite plate. By the 2D observation, it is hard to solve this matter. 3D observation based on synchrotron radiation X-ray nano-CT is a strong tool to understand the crystal shape, mineral phase, and rough composition. We conducted a 3D observation to better understand the characteristics of whisker-like materials in primitive carbonaceous chondrites.

Methods We investigated the Paris primitive CM chondrite. Paris was reported to have a very primitive matrix that includes GEMS-like materials [5]. A section of this meteorite was observed and elemental maps of the primitive matrix were obtained by FE-SEM/EDS. A house-shaped CT sample (~25 x 25 x 30 μm) was extracted from the primitive matrix by using a FIB-SEM. CT data of the micro-samples were conducted at beamline BL47XU, SPring-8. CT images were acquired at energies of 7 keV and 7.35 keV with voxel sizes of ~32.2 nm and ~ 33.9 nm, respectively. Mineral phases were estimated using dual-energy tomography (DET) method using the X-ray linear attenuation coefficient (LAC) [6].

Result and Discussion The observed matrix is a part of the fine-grained rim of Type I porphyritic olivine pyroxene chondrule. The matrix is porous and consists mainly of amorphous silicates that include sub-micron sized Fe-rich phases. Whisker-shaped materials are abundant in the CT sample observed. However, fibrous alteration materials were also reported in the matrix of Paris [5]. The whisker-like materials observed might include such products in addition to enstatite. The size of the largest whisker is ~6 μm x ~700 nm x ~350 nm (Fig. 1) and similar to ribbon-type enstatite whisker in the CP-IDPs [1]. This whisker has a curved shape unlike those in CP-IDPs. Probably it reflects deformation during accretion to the parent body and/or planetary processes such as planetary collision.

The LAC values of most whisker materials are hard to obtain quantitatively because refraction of X-ray at the edges of the narrow whiskers enhanced their LAC values. The LAC values of the largest whisker are less affected by refraction and have the range of ~170-180 cm^{-1} and ~250-270 cm^{-1} at 7.00 and 7.35 keV, respectively. These values are consistent with those of pyroxene ($En_{80}Fs_{20}$) and clearly distinguishable from the values of fibrous alteration products (cronstedtite, tochilinite, and ferrihydrite) [5]. The above results suggest that this whisker material is an enstatite whisker. The possibility of olivine whisker (~Fo_{85}) cannot be excluded but forsterite whiskers have not been reported so far. Thus, it is reasonable to consider that the enstatite whiskers accreted to the carbonaceous chondrite parent body.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crystallographic features such as defects and direction of elongation are still not examined. Investigation of crystallography is required to constrain the formation processes of whiskers, and it will enable us to compare the enstatite whiskers in carbonaceous chondrites with those in CP-IDPs.

Reference [1] Bradley (1983) *Nature*, 301, 473-477. [2] Bradley, J. P. (2003) *Treatise on geochemistry*, 1, 711. [3] Vaccaro (2017) PhD thesis, The Open University. [4] Matsumoto et al. (2017) abstract JAMS annual meeting. [5] Leroux et al. (2015) *GCA*, 170, 247-265. [6] Tsuchiyama et al, (2013) *GCA*, 116, 5-16.

キーワード：CMコンドライト、Paris隕石、始原的マトリクス、エンスタタイトウィスカー、SR-XCT
Keywords: CM chondrite, Paris meteortite, Primitive matrix, Enstatite whisker, SR-XCT

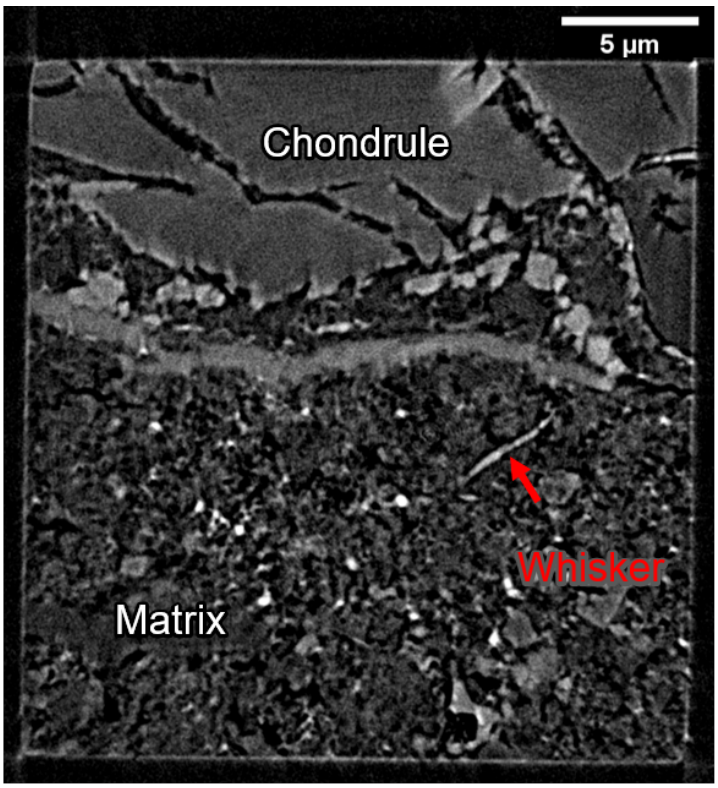


Fig. 1. CT image of porous matrix in Paris acquired at 7 keV. Silicates are shown in light grey. Amorphous silicates are shown in dark grey. Metal and sulfide are shown in white. The enstatite whisker is shown by red arrow.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流体包有物の同位体分析のための凍結SIMS法の開発
Development of cryogenic SIMS technique for isotope analysis of fluid inclusions

*磯野 雄生[1]、坂本 直哉[2]、臼本 尚義[3]
*Isono Yuki[1], Naoya Sakamoto[2], Hisayoshi Yurimoto[3]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星システム科学講座、2. 北海道大学創成研究機構、3. 北海道大学理学研究院自然史科学部門
1. Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, 2. Creative Research Institusion, Hokkaido University, 3. Department of Natural History Sciences, Hokkaido University

イントロダクション: 隕石中のハライト結晶に含まれる流体包有物は、地球外の水の直接的な情報を保持している[1]。凍結ステージを有したSIMSにより、隕石中の流体包有物についてその場局所同位体分析が行われた [2]。しかし、イオンビームで結晶中の流体包有物を露出させるためにできる深いスパッタクレータにより、分析精度が $\delta^{18}O$ の値で±14 ‰(1 σ) に制限されていた。分析精度を向上のために、凍結した流体包有物を窒素ガス雰囲気下で研磨し、試料表面に露出させる方法を試みている [3, 4]。凍結研磨した流体包有物をSIMS分析するためには、表面を金などの導電膜で覆う必要があるが、蒸着装置に導入する前に霜が試料表面に付着するために、良好な導電膜の生成が困難であった。そのときの試料温度は-100 ℃であり、一方、グローブボックス内の露点 (-60 ℃) は試料温度より高温であったため、本研究では試料温度を変更した。

凍結試料調整法の改良: 凍結SIMSのための凍結試料調整システムは、グローブボックス中に設置された凍結研磨装置と金蒸着装置からなる。凍結研磨装置の温度は-35 ℃に設定し、試料表面での霜の付着は見られなかった。金蒸着装置内の真空では氷の昇華温度が-50 ℃程度であるため、研磨した試料を新たに設計した井戸型の極低温蒸着台に設置し、液体窒素で-196 ℃まで冷却した。蒸着台は、試料の表面に霜がつかないよう液体窒素から生成した窒素ガスで満たされている。試料温度は、4分間の蒸着中に液体窒素温度 から-130 ℃程度まで上昇すると推定される。

研磨・金蒸着したエポキシ樹脂上のH_2O氷を凍結ホルダーにセットし、凍結輸送システムにより-190 ℃に冷却されたSIMS (Cameca ims-1270) の凍結ステージに導入した。ルーツポンプを用いて凍結ステージへ液体窒素を供給することにより、ステージの振動を低減した。酸素同位体の分析条件は[2]と同様である。

SIMS分析によってH_2O氷から酸素同位体の質量スペクトルを得た。$^{16}O^-$ピークの強度は2.8×10^5 cpsであり、ピークの両側に左右対称な3 cps程度のテールがみられた。$^{16}OH^-$の強度は$^{16}O^-$の強度と同等であり、$^{17}O^-$に対する$^{16}OH^-$の妨害の寄与は約10 ‰であった。高精度なH_2O氷の酸素同位体分析のためには、テール補正法[2]、もしくは$^{16}OH^-$および$^{17,18}OH^-$ピークを用いた酸素同位体分析が効果的であると考えられる。

References: [1] Zolensky M. et al. (1999) Science, 285, 1377-1379. [2] Yurimoto H. et al. (2014) Geochem. J, 48, 549-56. [3] A. Ishibashi (2014) Master thesis [4] J. Song (2017) Master thesis.

キーワード：流体包有物、凍結SIMS、酸素同位体
Keywords: Fluid inclusion, Cryogenic SIMS, Oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ガンドルフィ・アタッチメントを用いたX線回折実験：微小地球外物質への適用

X-ray diffraction study using Gandolfi attachment: Implications for small extraterrestrial materials

*今栄 直也[1,2]、木村 眞[1]
*Naoya Imae[1,2], Makoto Kimura[1]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. Antarctic Meteorite Research Center, National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Introduction

Recent studies have established the bulk features of various chondrite species based on the X-ray diffraction patterns (Howard et al. 2009; Imae and Nakamuta 2018; Imae et al. 2019). In the present study, X-ray diffraction experiments were carried out using Gandolfi attachment in order to apply for small extraterrestrial materials of various kinds of stony meteorites. The present technique is convenient in the laboratory and also useful for rapidly identifying the mineral species without any significant sample loss.

Experiments

We used the X-ray diffractometer in air with the goniometer radius of 30 cm (RIGAKU, SmartLab) at NIPR on the following conditions: (1) CuKa1 with 40 kV, and 30 mA for glass X-ray tube and 40 mA for ceramic X-ray tube, (2) the X-ray beam of 0.4 mm in diameter obtained from the polycapillary focusing optics (CBO-f unit), (3) the strip detector (D/teX Ultra 250) for counting diffracted X-rays, (4) the revolution rate of the goniometer head on the Gandolfi attachment at 30 rpm, and (5) the scan speed of normally 0.2 º/min or 0.5 º/min with the step of 0.01º and the average of the repeated analyses.

Glass fiber (13 μm in diameter) attached with glass rod (1 mm in diameter) was mainly used for holding samples. Both powder and grain samples with the diameter of ~0.2-0.8 mm were used for the measurements.

Powders and single grains for San Carlos olivine and NWA 4719 L6 chondrite were used for the calibration focused on olivine 130 index. So far, 36 stony meteorites have been measured and they are 27 ordinary chondrites (mostly Antarctic meteorites), 5 carbonaceous chondrites, an E chondrite (NWA 7401), a eucrite (Cachari), a diogenite (Bilanga), and an aubrite (Pena Blanca Spring).

Results and discussion

Calibration: The two-theta position of the olivine 130 peak for the powder samples of San Carlos olivine shows nearly consistent value by Yoder and Sahama (1957), on the contrary, the intensity of the San Carlos olivine grains is lower than that of powder on the similar measurement condition, and in addition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the position of the two-theta is slightly higher than that of powder. In case of chondrite (NWA 4719 L6), the intensity is significantly lower than San Carlos olivine. Although the two-theta values for powder samples and grain samples are within the mean Fa# range of L group, the intensity of grain is significantly lower than that of powder.

Samples: The systematic differences of olivine 130 two-theta values were observed among ordinary chondrites: 32.18º-32.29º for H, 32.15º-32.21º for L, and 32.13º-32.16º for LL. These ranges include that the two-theta values are obviously higher than the ranges expected from the mean Fa# for three chemical groups (32.18º-32.21º for H, 32.12º-32.16º for L, and 32.08-32.12 for LL, Yoder and Sahama 1957). The existence of orthoenstatite 511 peak is an indicator for equilibrated ordinary chondrites but not definite, since the peak intensity is normally low. More ferroan olivine peak than ordinary chondrites appears from carbonaceous chondrites. EL6 consists of orthoenstatite. Diffraction patterns of achondrites are different from those of chondrites: pigeonite and anorthite peaks for eucrite and dominant orthopyroxene for diogenite, and dominant clinoenstatite for an aubrite. Fine-grained powder samples may represent the bulk chondrite compositions, but not for grains. This may lead to the different diffraction pattern.

Summary

The present technique is useful conveniently for examining limited or small extraterrestrial materials, when we take into consideration the variations for chondrite species depending on the different sample conditions of powder or grain and the relative modal abundance of olivines and pyroxenes for grains with the limited range of variation of the chemical groups.

Acknowledgements

NI is grateful to Dr. Yoshihiro Nakamuta for discussions, and the study is partly supported by NIPR and KAKENHI (17K05721).

References

Howard K. T., Benedix G. K., Bland P. A., and Cressey G. 2009. Geochimica et Cosmochimica Acta 73: 4576-4589.

Imae N. and Nakamuta Y. 2018. Meteoritics & Planetary Science 53: 232-248.

Imae N., Kimura M., Yamaguchi A., and Kojima H. 2019. Meteoritics & Planetary Science (In press).

Yoder Jr. H. S. and Sahama T. G. 1957. American Mineralogist 42: 475-491.

キーワード：X線回折実験、ガンドルフィー　アタッチメント、微小地球外物質、隕石

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: X-ray diffraction study, Gandolfi attachment, small extraterrestrial materials, meteorites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Trace elements analysis and Ar-Ar dating for microgram-scaled extraterrestrial samples

*岡崎 隆司[1]、関本 俊[2]
*Ryuji Okazaki[1], Sekimoto Shun[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 京都大学複合原子力科学研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 2. Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University

In order to elucidate the origin and evolution of planetary materials, it is important to determine the chemical composition and timing of geological events for specific minerals and microscopic portions, such as impact melt pockets, CAIs (Ca- and Al-rich Inclusion), and chondrules. Combination of EMPA, INAA, and noble gas analysis are one of the best way to determine chemical and isotopic compositions of extraterrestrial dust particles (micrometeorites) and spacecraft-returned samples.
As a first step, we have analyzed rock fragments (<several hundreds of micrometer in diameter) recovered from Holbrook L6 chondrite. Neutron irradiation and NAA experiments were conducted at Institute of Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto Univ. Allende CV3 and Madagascar feldspar were used for standardization of INAA and Ar-Ar analyses, respectively. Each of the sample particles was individually placed in a conical dimple (ϕ1, depth ~ 0.5 mm) of a sapphire disk (ϕ5.5, 1.5 mm thick), and covered with a sapphire disk (ϕ5.5, 0.3 mm thick). Each of the sapphire container was wrapped with pure aluminum foil. These Al-wrapped containers were stacked and sealed in aluminum capsules to perform neutron irradiation at the hydro-irradiation port. After irradiation, the samples were recovered from irradiated glass containers, and moved to non-irradiated containers in order to reduce the radioactivity from the sapphire containers and Al foil. Gamma-ray measurements for short half-life nuclides were performed promptly after collection of the samples. Several months after the irradiation, some of the Holbrook samples were transported to Kyushu Univ. to measure noble gas isotopes.
Concentrations of Co and Ni in two Holbrook samples were determined to be 57 and 157, and 1260 and 13400 ppm, respectively. The Ni/Co ratios of the Holbrook samples are 22 and 85, which are similar to those observed in iron meteorites and chondrites (e.g., Ebihara et al., 2011). The result guarantees our NAA measurement.
Noble gas isotopes (^{36}Ar, ^{38}Ar, ^{39}Ar, and ^{40}Ar) were determined for different two Holbrook samples using stepwise heating method. The bulk ^{39}Ar concentration in the irradiated standard feldspar (K: 12.6 wt%) is 7E-6 cm^{3}STP/g, and the bulk ^{39}Ar/^{40}Ar ratio is 0.026. The result indicates that the neutron flux of KURRI is enough to determine ^{39}Ar for microgram samples with K>0.1 wt%. Using the neutron flux determined by the standard feldspar, with 450 Ma of K-Ar age (ranging 435-461 Ma; Flude et al, 2014), we calculated the Ar-Ar ages for two Holbrook samples (9.4 and 16.8 μg) to be 3795±368Ma (based on 3 plateau ages of 4 stepwise extractions) and 3714±128Ma (based on 4 plateau ages of 7 stepwise extractions). Noble gases extracted at the lowest and highest temperature steps are influenced by atmospheric Ar, resulting unreasonable old Ar-Ar age. Based on these results, we found appropriate extraction temperature for plagioclase-rich microgram samples to be 600, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, and 1600 ˚C.
Through this study we have established an analytical method that consists of a combination of EPMA, INAA, and noble gas analyses. The new method will be applied for Antarctic micrometeorites and the Hayabusa2 samples.

キーワード：Ar-Ar年代、隕石、微隕石、INAA、Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Ar-Ar age, meteorite, micrometeorite, INAA, Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型の永久磁石を用いた低温固体粒子の磁気分離と物質同定
Magnetic separation and identification of low-temperature solid particles using their translation caused by a pair of small permanent magnets

*植田 千秋[1]、山口 若菜[1]、久好 圭治[1]、寺田 健太郎[1]
*Chiaki Uyeda[1], Wakana Yamaguchi[1], Keiji Hisayoshi[1], Kentaro Terada[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻
1. Institute of earth and Space Science Graduate School of Science Osaka University

近年、ネオジム磁石による磁気力によって、異なる粒子の集合体を微小重力空間内で並進させ、物質の種類ごとの集団に分離する原理が実証された。さらに粒子の速度から求めた磁化率から、その物質の種類を非破壊で識別できることが、様々な物質で示された[1]。自然界に存在する物質の多くは、反磁性体あるいは弱い常磁性体であり、それらは物質ごとに各々固有の磁化率を有している。この磁化率の差異によって、上記の分離や同定が可能になる。これまで磁気並進の実験は、主として室温条件で検証されてきた[1]。しかし自然界に存在する粒子の大多数は、小惑星以遠の太陽系や、地上の寒冷地で見られるように、揮発性の低温固体である。これまで私たちはT = 200Kの低温条件で、氷やドライアイスの磁気並進を観測した[2]。さらにT = 100K以下の条件で、ＣＯ，エタン、メタン、窒素などの低温固体の磁気分離を目指しており、今回はこれに向けた成果を報告する。

微小重力空間での磁気分離は、以下のメカニズムによって進行する。一方向に減少する磁場を空間内に設定し、その中の一点で、質量mの単一の反磁性粒子を静かに開放する。すると粒子内には磁場と逆方向に反磁性磁化が発生し、これが磁場勾配による磁気力を生む結果、粒子は磁場ゼロの方向に並進する[1]。そして粒子が磁場ゼロの空間に達した時の終端速度は、エネルギー保存則により、初期位置の磁場強度と物質固有の磁化率のみに依存し、mに依存しない。従って、物質の種類が異なる複数の粒子を、磁場勾配内の同一位置で開放すると、それらの粒子は、mの大小に関係なく、(磁化率の差異のみによって）物質の種類ごとの集団に分かれて並進し、分離が実現する[1]。

今回開発する測定システムでは、まず断熱二重ガラス容器の中に液体窒素を充填して、内部を冷却し、その中に小型のネオジム磁石を設置して磁場勾配を発生させる。この磁場空間の中に、固体エタン粒子（融点90 K）を試料としてセットする。以上のセットアップを落下用の木箱内に設置し、180cmの高さから自由落下させて、0.5秒間の微小重力環境を作る。そして自由落下中の粒子運動を高速度カメラで観測し、得られた終端速度から粒子の磁化率を求める。この値を文献値と比較し、粒子の分離と同定が上記の原理通り実現するか検証する。

今後は現装置の改良を行い、メタン（融点91K）、一酸化炭素（融点68K）窒素（融点63K）などの固体粒子の磁気並進運動を観測する。これが実現すれば、氷天体および太陽系外縁部に存在する主要な固体物質について、磁気分離による分析を実施できる展望が得られる。周知のように、太陽系内において固体物質の詳細な物質分布を知るには、広い空間領域で無人探査を実施し、各観測点での物質の存在頻度のデータを、効率よく分析し集積する必要がある。このような分析を実現できる装置の要点として、①原理が単純で実証済である、②サイズがコンパクトで堅牢、③電力消費が少ない、④試料の非破壊測定が可能、などが挙げられる。今回開発した装置は、上記の条件を、①以外はほぼ満たしている。従って今後、測定精度を向上させることで、将来的には、既存の質量分析計や赤外分光計装置などの既存の手法を補完する装置に発展する可能性がある。なお外惑星のリングや衛星表面は、揮発性固体とシリケートを端成分にもつ混合体で構成されていると考えられており、探査の現場では、広大な探査領域で、その質量比を効率よく知る必要がある。今回提案した磁

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気分離装置は、その機能を果たす潜在力も有している[3]。

[1] Hisayoshi, Uyeda & Terada (2016) Sci., Reps., 6, 38431.

[2] Yamaguchi, Hisayoshi, Uyeda & Terada (2017) J. Phys., Conf. Ser.903, 012026.

[3] Hitomi, Yamaguchi, Hisayoshi, Uyeda (2018) Planet Space Sci., available online.

キーワード：磁気分離、反磁性体、低温固体
Keywords: magnetic separation, diamagnetic material, low temperature solid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The metallographic cooling rate of the Tafassasset primitive achondrite

*杉浦 直治[1]、荒井 朋子、松井 孝典
*naoji sugiura[1], Tomoko Arai, takafumi matsui

1. 千葉工業大学
1. Chiba Institute of Technology

Tafassasset (Tafa) is a primitive achondrite with carbonaceous chondrite-like (CC) isotopic (Cr etc.) signatures. Cooling rates and chronological information give valuable insight on the evolution of achondrite parent bodies. Brent et al. [1] constructed an evolutionary model (the parent body with a radius ~17 km, accreted at ~1 Ma after CAI; Tafa is located in the middle of the mantle). It is mainly based on the chronology, but is considered to be supported by the metallographic cooling rate (100~200 C/Ma). But it is said to require refinement. Here we report observations of the metal texture and compositions, based on which a cooling history is derived.

Observation

Fe-Ni grains (average composition ~10 mol.% Ni) in Tafa show various textures. Many grains show kamacite that nucleated on the metal-silicate boundary and expanded inward during cooling. The central part is zoneless plessite which must be martensite at higher temperatures but now is made of kamacite and taenite. An interesting feature is that the boundary of kamacite and interior plessite is made of thin (~a few mm wide) taenite wall, suggesting rapid coolig. The compositions range from 17 to 31 % Ni and the average is ~26% Ni. Considering the difficulties in measuring compositions of thin taenite rim, the real value could be ~31% Ni. The zoneless plessite interior (average composition ~10 mol% Ni) is made of taenite islands in kamacite matrix. The taenite island sizes are usually only a few mm or less and the compositions range, if measurable, from 28 to 39% Ni, and the average is ~34% Ni. Again, the real value is considered to be close to ~39% Ni. A typical distance between taenite islands is ~10 mm. There are isolated zoned taenite grains, the central compositions of which are correlated with the size. There are zoned taenite grains which are surrounded by kamacite. Their compositions at the center mostly do not depend on the size, and is ~10 mol.% Ni. We note that cloudy taenite is not observed in any taenite grains. It is also to be noted that the phosphorous content in metal is nearly zero because phosphide is not observed.

Cooling rates

Estimates of the cooling rates can be made based on the above observations. Plotting on Fig.1 of [2], the isolated taenite data suggest a cooling rate slightly faster than 10^4 C/Ma. The data from zoned taenite surrounded by kamacite, when plotted on the same diagram, suggests a much faster cooling rate, but this may be artifact due to late nucleation of kamacite. Using the concept of closure, the thin taenite wall with ~31% Ni suggests a cooling rate ~10^4 C/Ma. Similarly, taenite islands with ~39% Ni in zoneless plessite suggest a cooling rate ~10^3 C/Ma. Distance between taenite islands could also be used for the cooling rate estimate. Assuming that diffusion in kamacite controls the island separation, a cooling rate of ~10^4 C/Ma is obtained. Absence of cloudy taenite is also consistent with rapid cooling.

Discussion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Although there are variations in the cooling rates depending on the features used for the calculation, it is clear that the cooling rate of Tafa (~10^4 C/Ma) is much faster than previously considered [2]. In order to cool at this rate, Tafa has to be located at a shallow depth (~1km from the surface). Because of this, the parent body size cannot be constrained well, except that it is much larger than 10 km in order to be kept warm at ~3.5 Ma (Mn-Cr age [3]). The rapid cooling is consistent with the chronological data. All (Hf-W, Pb-Pb, Mn-Cr and Al-Mg) ages may be identical. Or, the Hf-W age may be older than the rest because of the higher closure temperature.

[1] Brent et al., 2015, EPSL, 45, 193.

[2] Taylor et al., 1987, Icarus, 69, 1.

[3] Gopel et al., 2015, GCA,156,1.

キーワード：始原的エイコンドライト、金属学的冷却速度、母天体
Keywords: primitive achondrite, metallographic cooling rate, parent body

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The systematic investigations of high-pressure minerals in lunar basaltic meteorites

*宮原 正明[1]、高妻 一就[1]、大谷 栄治[2]、山口 亮[3]、境 毅[4]、大藤 弘明[4]、富岡 尚敬[5]、兒玉 優[6]
*Masaaki Miyahara[1], Kazunari Kozuma[1], Eiji Ohtani[2], Akira Yamaguchi[3], Takeshi Sakai[4], Hiroaki Ohfuji[4], Naotaka Tomioka[5], Yu Kodama[6]

1. 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、3. 国立極地研究所、4. 愛媛大学地球ダイナミクス研究センター、5. JAMSTEC高知コア研究所、6. マリンワークジャパン
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. National Institute of Polar Research, 4. Geodynamics Research Center, Ehime University, 5. 5Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 6. Marine Works Japan

The Moon has recorded the impact history for ca. 4.5 Ga, which is closely related with the orbit evolution of asteroids and planets in the solar system. The impact events occurred on the moon can be clarified using lunar meteorites. The lunar meteorites have several kinds of evidence for the impact events: e.g., brecciation, shock-induced melting, and high-pressure polymorphs. The high-pressure polymorph is one of the important clues for clarifying the impact events because we can constrain several physical parameters (e.g., shock pressure) for the impact events. However, only a few lunar meteorites were investigated about the high-pressure polymorphs. Several radio-isotope ages in the lunar meteorites were measured to deduce when the impact events occurred. However, the relevance between the radio-isotope ages and the shock features has not been clear. Accordingly, we initiated to investigate the shock features, especially the shock-induced melting and high-pressure polymorphs in the lunar mare basalt, NWA 032, NWA 479, NWA 2727, NWA 2977, and NWA 4898 using FE-SEM, Raman, EMPA, and FIB-TEM techniques to obtain the clues for clarifying the impact events occurred on the moon.

NWA 032 consisted of a basaltic portion and a small amount of breccia. Olivine, Ca-pyroxene, and low-Ca pyroxene occurred as phenocrysts in the basaltic portion. The matrix was filled with spherulitic textures consisting of plagioclase and Ca-pyroxene. Several shock-melt veins and melt-pockets occurred in the basaltic portion. Several olivine grains next to the shock-met veins have transformed into ringwoodite. The estimated shock pressure is ~13 GPa at least. The petrological and mineralogical features of NWA 479 were similar to those of NWA 032. Olivine grains entrained in the shock-melt veins dissociated into bridgmanite + (Mg, Fe)O. The estimated shock pressure is ~23 GPa at least. NWA 4898 showed the basaltic texture. Olivine occurred as phenocrysts. The matrix portion consisted mainly of Ca-pyroxene and plagioclase. A trace amount of silica minerals was entrained in the shock-melt veins. Some silica minerals in the shock-melt veins were stishovite. Ca-pyroxene next to the shock-melt veins dissociated into ahrensite, pyroxene-glass, and (probably) silicate titanite. The estimated shock pressure is ~9 GPa at least. NWA 2977 showed a gabbroitic texture and consisted mainly of olivine, low-Ca pyroxene, Ca-pyroxene, and plagioclase. Olivine grains next to or entrained in the shock-melt veins have transformed into ringwoodite. The estimated shock pressure is ~16 GPa at least. Two third of NWA 2727 was breccia and the other was gabbroitic. The gabbroitic portion consisted of olivine, low-Ca pyroxene, Ca-pyroxene, and plagioclase. The breccia portion included silica besides the fragments of the gabbroitic portions. Silica minerals entrained in the shock-melt veins or melt-pockets have transformed into coesite. The estimated shock pressure is ~3 GPa at least.

The shock-induced melting textures were observed in all investigated lunar mare basalt samples. Although

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the high-pressure polymorphs of olivine, Ca-pyroxene, and silica minerals were identified, the high-pressure polymorphs of plagioclase, which are abundant in other shocked meteorites, were not identified. In addition to previous studies [1–3], the present study reveals that many kinds of high-pressure polymorphs occur in the lunar mare basalt, implying that most lunar mare basalts have experienced the heavy impact events.

References

[1] Ohtani E. et al. *PNAS* 108, 463–46, 2011.

[2] Miyahara M. et al. *NatureGeosci* 4:1737, 2013.

[3] Kayama M. et al. Sci.Adv. 4: eaar4378, 2018.

キーワード：月、月の玄武岩、高圧鉱物
Keywords: Moon, Lunar mare basalt, High-pressure minerals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bulk chemical analysis of iron meteorites by LA-ICP-MS

*山口 亮[1]、白井 直樹[2]、羽場 麻希子[3]
*Akira Yamaguchi[1], Naoki Shirai[2], Makiko K. Haba[3]

1. 国立極地研究所、2. 首都大学東京、3. 東京工業大学
1. National Institute of Polar Research, 2. Tokyo Metropolitan University, 3. Tokyo Institute of Technology

Iron meteorites are Fe-Ni alloys with minor elements such as Co, P, S, and C. They are classified on the basis of textures (e.g., Widmanstatten pattern) and bulk chemical compositions (e.g., Ni, Ge, Ir). We performed bulk chemical analysis of iron meteorites by using an LA-ICP-MS and compared with the data obtained by INAA.

We measured five iron meteorites, Canyon Diablo (IAB, coarse octahedrite), Toluca (IAB, coarse octahedrite), Cape York (IIIAB, medium octahedrite), Muonionalusta (IV, fine octahedrite) and Dronino (ungrouped, ataxite) by using an LA-ICP-MS and INAA. Polished thick sections are prepared for LA-ICP-MS analysis. Polished thick sections of the meteorites were examined using an optical microscope, a scanning electron microscope, and an electron microprobe analyzer to observe the textures. A Thermo Element XR ICP-MS coupled to a CETAC LSX-213 laser was operated in low resolution mode (R = 300). The peaks monitored are ^{31}P, ^{34}S, ^{57}Fe, ^{59}Co, ^{60}Ni, ^{65}Cu, ^{69}Ga, ^{74}Ge, ^{95}Mo, ^{99}Ru, ^{103}Rh, ^{105}Pd, ^{182}W, ^{185}Re, ^{189}Os, ^{193}Ir, ^{194}Pt and ^{197}Au. Analyses in line and/or scanning modes were performed on a representative area of polished sections, using a 100 μm beam spot at 20 μm/sec., 20 Hz repetition rate. Typical analytical time was several minutes. Elemental abundances were obtained using Hoba (IVB, ataxite) and North Chile (IIAB, hexahedrite) iron meteorites as standard reference samples.

In INAA, samples weighing about 150 mg were firstly irradiated for 10 sec. at a neutron flux of 4.6 x 1012 $cm^{-2}s^{-1}$ at Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University for the determination of Co, Ni, Cu, Ge, and Rh. The same samples were reirradiated for 4 hrs at a neutron flux of 5.6 x 1012 $cm^{-2}s^{-1}$ at Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University for the determination of Cr, Fe, Co, Ni, Ga, As, Mo, Ru, Sb, W, Re, Os, Ir, Pt and Au.

We determined twenty elements (P, S, Fe, Co, Ni, Cu, Ga, Ge, As, Mo, Ru, Rh, Pd, Sb, W, Re, Os, Ir, Pt, and Au) for the five iron meteorites. Our results obtained by using two analytical methods were generally consistent with each other. However, our data of Muonionalusta are slightly different from literature values due to the large-scale heterogeneity of the meteorite (e.g., due to magmatic process). The abundance of some elements (e.g., Ru, Rh, Re, Ir) obtained from LA-ICP-MS data are higher than those from INAA due to the sample heterogeneity. It is possible to avoid this problem by choosing representative areas of the surface. Our study demonstrates that LA-ICP-MS has the potential to analyze a large number of iron meteorites.

キーワード：鉄隕石、化学組成分析
Keywords: Iron meteorites, Bulk chemical analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-PS07] 太陽系物質進化

コンビーナ:癸生川 陽子(横浜国立大学 大学院工学研究院)、藤谷 渉(茨城大学 理学部)、小澤 信(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、松本 恵(東北大学大学院)

原始太陽系星雲における物質形成から原始惑星への集積、天体内部や表面での諸過程を隕石や他の惑星物質に対する研究と実験的研究の両面から議論する。初期太陽系の情報を保存する始原的物質（コンドライト隕石や惑星間塵、サンプルリターン試料）に関しては、それらの鉱物・有機物・水・希ガス・微量元素分析を通して明らかになった知見を総合理解することを目指す。分析手法開発研究（化学、理論、物性）や学生の萌芽的研究を歓迎し、将来の太陽系、惑星系形成研究の新たな開拓につなげたい。さらに分化隕石やコンドライト母天体における水質変成・熱変成作用、火成活動、コア・マントル・地殻形成、並びに天体衝突といった現象に加えて、母天体の内部構造や構成物質などについても議論する。実験的手法による惑星物質の組成、相平衡や構造に関する知見なども取り上げ、隕石とあわせて天体における諸過程を議論する。

[PPS07-P01] 種々の模擬宇宙環境におけるアミノ酸前駆体の安定性評価

*佐藤 智仁[1]、倉本 想士[1]、横尾 卓哉[1]、吉田 聡[2]、依田 功[3]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、三田 肇[4]、神田 一浩[5]、柴田 裕実[6]、高橋 淳一[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.量子科学技術研究開発機構、3.東京工業大学、4.福岡工業大学、5.兵庫県立大学、6.大阪大学)

[PPS07-P02] 隕石母天体中の水質変成過程におけるガンマ線によるアミノ酸の生成

*浅野 伸哉[1]、依田 功[2]、村松 康司[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.兵庫県立大学)

[PPS07-P03] ラマンスペクトルを基にした反応速度論から探る隕石有機物の熱履歴

*桐生 健斗[1]、癸生川 陽子[1]、伊規須 素子[2]、渋谷 岳造[2]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[PPS07-P04] Relationship between spatial distribution of organic compounds and minerals in the Murchison meteorite

*仙石 大洋[1]、橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[1] (1.九州大学)

[PPS07-P05] NWA8613隕石中のヒボナイトとメリライトに富む細粒難揮発性包有物の酸素同位体分布とAl-Mg年代

*和田 壮平[1]、川崎 教行[1]、圦本 尚義[1,2] (1.北海道大学、2.宇宙科学研究所)

[PPS07-P06] 炭素質コンドライトALH A77307におけるコンドリュールリム中のエンスタタイトウィスカーの観察

*代田 泰久[1]、安武 正展[1]、延寿 里美[1]、土山 明[1] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻)

[PPS07-P07] 3D observation of whisker-like material in the porous matrix of the Paris CM chondrite by SR-XCT

*安武 正展[1]、Epifanio Vacarro[2]、上杉 健太郎[3]、竹内 晃久[3]、中野 司[4]、土山 明[1] (1.京都大学大学院　理学研究科　地球惑星科学専攻、2.National History Museum, London、3.JASRI/SPring8、4.産総研地質調査センター)

[PPS07-P08] 流体包有物の同位体分析のための凍結SIMS法の開発

*磯野 雄生[1]、坂本 直哉[2]、圦本 尚義[3] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星システム科学講座、2.北海道大学創成研究機構、3.北海道大学理学研究院自然史科学部門)

[PPS07-P09] ガンドルフィ・アタッチメントを用いたX線回折実験：微小地球外物質への適用

*今栄 直也[1,2]、木村 眞[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[PPS07-P10] Trace elements analysis and Ar-Ar dating for microgram-scaled extraterrestrial samples

*岡崎 隆司[1]、関本 俊[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.京都大学複合原子力科学研究所)

[PPS07-P11] 小型の永久磁石を用いた低温固体粒子の磁気分離と物質同定

*植田 千秋[1]、山口 若菜[1]、久好 圭治[1]、寺田 健太郎[1] (1.大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻)

[PPS07-P12] The metallographic cooling rate of the Tafassasset primitive achondrite

*杉浦 直治[1]、荒井 朋子、松井 孝典 (1.千葉工業大学)

[PPS07-P13] The systematic investigations of high-pressure minerals in lunar basaltic meteorites

*宮原 正明[1]、高妻 一就[1]、大谷 栄治[2]、山口 亮[3]、境 毅[4]、大藤 弘明[4]、富岡 尚敬[5]、兒玉 優[6] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.国立極地研究所、4.愛媛大学地球ダイナミクス研究センター、5.JAMSTEC高知コア研究所、6.マリンワークジャパン)

[PPS07-P14] Bulk chemical analysis of iron meteorites by LA-ICP-MS

*山口 亮[1]、白井 直樹[2]、羽場 麻希子[3] (1.国立極地研究所、2.首都大学東京、3.東京工業大学)

種々の模擬宇宙環境におけるアミノ酸前駆体の安定性評価
Stability of Amino Acid Precursors in Simulated Extraterestrial Environments

*佐藤 智仁[1]、倉本 想士[1]、横尾 卓哉[1]、吉田 聡[2]、依田 功[3]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、三田 肇[4]、神田 一浩[5]、柴田 裕実[6]、高橋 淳一[1]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*tomohito sato[1], Soushi Kuramoto[1], Takuya Yokoo[1], Yoshida Satoshi[2], Isao Yoda[3], Hitoshi Fukuda[3], Yoshiyuki Oguri[3], MITA Hajime[4], Kazuhiro Kanda[5], Hiromi Shibata[6], Zyunichi Takahashi[1], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 量子科学技術研究開発機構、3. 東京工業大学、4. 福岡工業大学、5. 兵庫県立大学、6. 大阪大学
1. yokohama national univercity, 2. QST, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. Fukuoka Institute of Technology, 5. University of Hyogo, 6. Osaka University

Since a wide variety of organic compounds have been detected in extraterrestrial bodies like carbonaceous chondrites [1] and comets [2], extraterrestrial organics could be essential sources for the first life on the Earth. Amino acids in carbonaceous chondrites increased after acid-hydrolysis, which suggested that not only free amino acids but also amino acid precursors were present in them. Laboratory experiments simulating extraterrestrial environments showed that not free amino acids but amino acid precursors were mainly formed [3, 4]. Though amino acid precursors in meteorites and products of laboratory simulations have not been well identified, aminonitriles and hydantoins could be candidates. On the other hands, proton irradiation of a mixture of CO, NH_3 and H_2O, which simulated possible reactions among interstellar media, gave complex amino acid precursors with large molecular weights [5]. Such amino acids and amino acid precursors that were formed abiotically in space environments would be exposed to various energy sources in prior to delivery to the primitive Earth. For example, organics in molecular clouds were exposed to galactic cosmic rays (protons and heavy ions). Interstellar organic compounds were irradiated with strong VUV/X-rays from the young Sun. Organic compounds in small bodies were irradiated with gamma rays from such nuclides as ^{26}Al in the earlier stage of the solar system. Organic compounds in interplanetary dust particles were exposed to solar UV/VUV before delivery to Earth atmosphere. Thus it is important to examine stability of amino acids and their precursors against energetic particles and photons. We experimentally investigated the stability of amino acids and their precursors against heavy ions, gamma-rays, UV and soft X-rays.

Target molecules used in the present study were (i) glycine (Gly), (ii) hydantoin (Hyd; a precursor of Gly), and (iii) aminoacetonitrile (AAN; the Strecker-type precursor of Gly). They are used as 5 mM solutions in ammonia water (pH 9). In addition to them, we chose (iv) organic material synthesized from a mixture of CO, NH_3 and H_2O by 2.5 MeV protons from a Tandem accelerator (Tokyo Tech). We will call them CAW. CAW contained complex amino acid precursors with large molecular weights [3].

Experimental: *Heavy ions irradiation*: Aqueous solution of each target molecule was frozen in liquid nitrogen, and was irradiated with 290 MeV/u carbon ions from HIMAC (NIRS, Japan) at 7.5-15 kGy. *Gamma-rays irradiation*: Aqueous solution of each target molecule was irradiated with gamma rays (5-10 kGy) from a ^{60}Co source (Tokyo Tech, Japan). *UV irradiation*: Each target molecule was irradiated with UV from a xenon lamp after dried in pits of an aluminum plate. *Soft X-rays irradiation*: Each target molecule was irradiated with soft X-rays from a synchrotron (NewSUBARU BL-6) for 10 min after dried on aluminum plates. Amino acid analysis: all the target materials were recovered as aqueous solutions, were

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

acid-hydrolyzed (6 M HCl, 110℃, 24 h), and amino acids in them were determined by reversed-phase HPLC after pre-column derivatization with *o*-phthalaldehyde and mercaptoethanol.

Results and Discussion: Since glycine was always major amino acids after acid hydrolysis of all the target materials after irradiation yielded glycine, we will discuss stability of target molecules by using the glycine yields.

Heavy ions irradiation: Recoveries at 15 kGy were as follows. CAW (95.1%), Hyd (93.6%), Gly (91.8%) and AAN (77.5%). AAN was least stable among all. *Gamma-rays irradiation*: Decomposition of AAN, CAW and Hyd at 10 kGy was not detected, while recovery of Gly was 79.5%. *Soft X-rays irradiation*: recovery ratios were less than 10 % in the case of Gly, Hyd and AAN, while that of CAW was 51.1%. UV-irradiated samples were now under analysis.

Free amino acid (glycine) was generally less stable than amino acid precursors (CAW and Hyd), and CAW was most stable among 4 compounds tested against all the energies. Thus it was suggested that complex amino acid precursors were robust molecules in space, while free amino acids were easy to decompose even if they were formed from their precursors in space.

References

[1] K. Kvenvolden *et al.*, *Nature*, **228**, 923-926 (1970).

[2] J. Kissel and F. R. Krueger, *Nature*, **326**, 755-760 (1987).

[3] Y. Takano *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **84**, 1410-1412 (2004).

[4] Y. Kebukawa et al., *Sci. Adv.*, **3**, e1602093 (2017).

[5] S. Kuramoto *et al.*, *2019 JpGU Meeting*, Chiba (2019).

[6] S. Iglesias-Groth et al., *Mon. Not. R. Astron. Soc.,* **410**, 1447-1453 (2011).

キーワード：アミノ酸前駆体、放射線、安定性
Keywords: Amino Acid Precursors, Radiation, Stability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

隕石母天体中の水質変成過程におけるガンマ線によるアミノ酸の生成
Production of amino acids by gamma rays during aqueous alteration process in meteorite parent body

*浅野 伸哉[1]、依田 功[2]、村松 康司[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*Shinya Asano[1], Isao Yoda[2], Yasuji Muramatsu[3], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 東京工業大学、3. 兵庫県立大学
1. Yokohama national university, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. University of Hyogo

[諸元]地球上における生命の誕生にはアミノ酸等の有機物が必要である。そのアミノ酸の供給源の一つとして、隕石などの地球外物質が考えられている。このような隕石の多くは小惑星を起源としているため、小惑星中の有機物の起源を考える必要がある。太陽系形成初期に、塵、氷、分子雲由来の低分子有機物を含む小惑星では、^{26}Alの放射性崩壊による熱により氷が溶けて水質変質が起こった。隕石中に存在する複雑な高分子有機物(不溶性有機物)は、このような液体の水(0～150℃程度)が存在する環境下で形成された可能性が指摘されている。この説を基に小惑星での水質変成を模擬した実験で、ホルムアルデヒド、アンモニア、水を加熱すると隕石有機物のような高分子有機物が形成されることがわかった。本研究では、水質変質過程において^{26}Alの放射性崩壊により発生するガンマ線が有機物生成にどれだけ影響するか調べることを目的とした。

[実験方法]出発物質として体積が200μl、モル比が水：ホルムアルデヒド:アンモニア＝100:5:5になるような混合物質をガラス管に加え、ガラス管内を真空にして封緘したものに東京工業大学の^{60}Co線源を用いてガンマ線を照射した。照射条件は、3kGy/h×2.5h,3kGy×4h,3kGy/h×5h,1.5kGy/h×5h,1.5kGy/h×8h,1.5kGy/h×10hの６種類とした。比較のため同様の試料をオーブンで加熱(150℃、24h)した試料も作成した。照射後の試料はCaF_2プレートに乗せて乾燥させたものを顕微FT-IR、金板に乗せて乾燥させたものを兵庫県立大学のX線吸収端近傍構造解析（XANES）で解析した。また、照射後の試料を酸加水分解（6 M塩酸、24h、110℃）したものを、陽イオン交換HPLCを用いてアミノ酸分析を行った。

[結果と考察]<陽イオン交換HPLC>

酸加水分解後の試料からグリシン、アラニン、β-アラニンなどの種々のアミノ酸が検出された。また、照射後の試料からは加熱試料に比べてアラニンが比較的多く生成していた。これは照射試料と加熱試料でアミノ酸の生成経路が異なることを示唆している。

[今後の展望]

今後の展望として照射条件（単位時間あたりのエネルギーと時間）を増やして、水質変成過程で^{26}Alが放射性崩壊によって系に与えたエネルギーの概算値を用いて隕石母天体環境への外挿を行いたいと考えている。また、先行研究より複雑な高分子有機物が生成することがわかっているため、LC-MS等を用いた分析を行いたい。

[参考文献]

[1] G.D.Cody et al.,*PNAS*,108,19171-19176 (2011).
[2] Y.Kebukawa et al.,*Astrophysical J.*, 771, 19 (2013)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ラマンスペクトルを基にした反応速度論から探る隕石有機物の熱履歴
Kinetic approaches for the thermal history of organic matter in meteorites based on Raman spectra

*桐生 健斗[1]、癸生川 陽子[1]、伊規須 素子[2]、渋谷 岳造[2]、小林 憲正[1]
*Kento Kiryu[1], Yoko Kebukawa[1], Motoko Igisu[2], Takazo Shibuya[2], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Yokohama National Univ., 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

CI, CM, and CR chondrites experienced aqueous alteration in their parent bodies, and contain organic carbon up to a few wt%. More than 70 wt% of it exists in the form of insoluble organic matter (IOM) (e.g., Pizzarello et al., 2006). Organic matter (OM) is susceptible to heating, and changes their structures, reflecting aqueous alteration and/or thermal metamorphisms. Thus, it attracts attention as the index of the parent body processes.

Kebukawa et al. (2010) estimated kinetic parameters for thermal degradation of aliphatic C-H through in-situ heating experiments of IOM and bulk of the Murchison meteorite (CM2) using the Fourier transform infrared micro-spectroscopy (microFTIR) combined with heating stage. They revealed that the peak intensity of aliphatic C-H is a good index of low-temperature and/or short-duration heating in the parent bodies. However, microFTIR is not enough for estimating thermal process of OM under high-temperature and long-duration heating which IR signals of aliphatic C-H are unlikely to be detected. Raman spectroscopy is a complementary tool to IR spectroscopy, since their spectral features of OM in the chondrites reflect thermal changes in aromatic structure in the complex OM (Quirico et al. 2003; Bonal et al., 2006, 2007; Busemann et al., 2007). When chondritic OM is heated, its aromatic structure will be more ordered to graphitic structure. This process is an irreversible, and results in changes of disordered (D_1-: ~1350 cm^{-1}) and graphite bands (G: ~1590 cm^{-1}) in Ramn spectra. Therefore, D_1- and G-bands were often used as indicators of degree of thermal metamorphism, but understanding of kinetic behaviors of the Raman spectral parameters is still limited. Thus, in order to evaluate thermal history of OM in chondrites under high-temperature and/or long-duration heating, we performed a series of heating experiments of the Murchison meteorite powders and kinetic analyses of their Raman spectral parameters.

The Murchison meteorite powders were heated under low oxygen condition in a vacuum furnace for 3-48 h at 600-900˚C. The low-oxygen condition was maintained by a gas mixture of N_2 and H_2 (99:1, v/v). The samples after heating were analyzed using Raman spectrometer with a 532 nm laser (RAMANtouch; Nanophoton). The Raman spectra of all the samples show D_1- and G-bands. We determined 5 Raman spectral parameters: the full width at half maximum (FWHM) and the peak positions of D_1- and G-bands, and the ratio of the peak intensity of D_1- to G-band. The changes in these Raman parameters with time at each temperature will be fitted with algebraic kinetic equations deduced by possible physical mechanisms, and estimate reaction rate constant. Then the apparent activation energies and frequency factors will be calculated by the reaction rates using the Arrhenius equation. Finally, we will establish the Raman parameters as functions of heating temperature and time. Combining previously reported kinetics of aliphatic C-H (Kebukawa et al. 2010), it may allow us to calculate precise time and temperature of thermal processes for chondrites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：隕石有機物、熱史、反応速度論、ラマン分光法
Keywords: Organic matter in meteorites, Thermal history, Kinetics, Raman spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relationship between spatial distribution of organic compounds and minerals in the Murchison meteorite

*仙石 大洋[1]、橋口 未奈子[1]、奈良岡 浩[1]
*Taiyo Sengoku[1], Minako Hashiguchi[1], Hiroshi Naraoka[1]

1. 九州大学
1. Kyushu University

[Introduction]

Primitive meteorites contain a wide variety of organic compounds. More than 600 species of CHN compounds were identified in the methanol extract of the Murchison meteorite (CM2), in which saturated- and unsaturated-alkylated pyridines ($C_nH_{2n-4}N^+$ and $C_nH_{2n-6}N^+$) as well as alkylimidazoles ($C_nH_{2n-1}N_2^+$) are predominant (Naraoka et al., 2017). Interaction between organic matter and minerals during aqueous alteration is very important in the chemical evolution (e.g. Kebukawa et al., 2010), therefore, it is necessary to investigate the spatial distribution of the organic matter and minerals in the meteorites. In the previous studies, chemical imaging of soluble organic matter (SOM) was performed on the Murray and Murchison meteorites (CM2) by desorption electrospray ionization/high-resolution mass spectrometry (DESI/HRMS), and the different spatial distribution was observed among the different CHN species and/or their alkylated homologues (Naraoka & Hashiguchi, 2018, Hashiguchi & Naraoka, 2018). However, the relationship between the organic compounds and minerals is still unresolved. In this study, the DESI-HRMS imaging and detailed mineralogical observation were performed on fragments of the Murchison meteorite.

[Sample & Method]

Two fragments designated as “np15" (2x3 mm^2) and “np16” (2x2 mm^2) were obtained by chipping from different large fragments of the Murchison meteorite. These fragments were embedded in indium or metal with low-melting point for DESI-HRMS imaging. The DESI-HRMS imaging was performed on each sample for three times. Methanol was used as a spray solvent with the flow rate of 2 μL/min. The electrospray voltage was set to 3 kV. The nebulizer N_2 gas pressure was ~100 psi. The positive ions were collected in a full scan mode (*m/z* 50-500) with mass resolution of about 140,000 ($m/\Delta m$ at *m/z* 200) on the sample surface of np15 (4x4 mm^2) and np16 (3.8x3.8 mm^2). For the fragment np16, dry polishing was performed on the sample to remove ~250 μm from the surface and the imaging was performed again, because no signals of CHN compounds were obtained by the 1st set of DESI-HRMS imaging. After the DESI-HRMS imaging, the same sample surface was used to obtain backscattered electron images (BSE) and X-ray elemental maps using SEM/EDS.

[Results & Discussion]

Some alkylated homologues of CHN compounds were detected from np15 by DESI-HRMS imaging. Their exact masses correspond to alkylimidazole ($C_nH_{2n-1}N_2^+$) and saturated- or unsaturated-alkylated pyridine ($C_nH_{2n-4}N^+$ or $C_nH_{2n-6}N^+$) within 3 ppm of mass precision. The spatial distribution was different between $C_nH_{2n-1}N_2^+$ and $C_nH_{2n-4}N^+$, which is consistent with the previous study (Naraoka & Hashiguchi, 2018). On the other hand, no CHN compounds were detected from np16. After removing ~250 μm of the surface of np16 by polishing, some CHN compounds corresponding to $C_nH_{2n-1}N_2^+$ and $C_nH_{2n-6}N^+$ were detected in 3

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

rd DESI-HRMS imaging finally, however, these compounds were not detected by 1st and 2nd analyses. These results indicated that the CHN compounds might have been volatilized from the sample surface during its storage, and that repeated DESI-HRMS imaging is important to obtain clear signals of SOM from inside of meteorite. The detected CHN compounds showed heterogeneous spatial distribution in the sample surface, which indicate that dry polishing does not affect the spatial distribution of SOM significantly.

In both np15 and polished np16 samples, the CHN compounds distribute mainly in the matrix region (~ few hundreds of square meters) of the meteorite. Although the X-ray elemental mapping showed that CHN compounds-rich region seemed to contain abundant Ca-containing minerals in both fragments, no clear relationship was observed between the averaged chemical compositions of matrix region and the spatial distribution of the CHN compounds. Further detailed analysis will be performed on tiny minerals in the matrix.

キーワード：炭素質コンドライト、化学イメージング、可溶性有機化合物
Keywords: carbonaceous chondrite, chemical imaging , soluble organic compounds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

NWA8613隕石中のヒボナイトとメリライトに富む細粒難揮発性包有物の酸素同位体分布とAl-Mg年代
O and Al-Mg isotope systematics of a hibonite-melilite-rich fine-grained CAI in the reduced CV chondrite NWA8613

*和田 壮平[1]、川崎 教行[1]、圦本 尚義[1,2]
*Sohei Wada[1], Noriyuki Kawasaki[1], Hisayoshi Yurimoto[1,2]

1. 北海道大学、2. 宇宙科学研究所
1. Hokkaido University, 2. ISAS/JAXA

隕石に含まれるCa–Al-rich inclusions (CAIs) は，太陽組成高温ガスからの凝縮鉱物により構成される岩石である [1]．CAIsは，岩石学的に粗粒CAIsと細粒CAIsに分けられる．その中でも，細粒CAIsは，希土類元素パターンと鉱物の複雑な層構造から，溶融を経験していない凝縮物であると考えられている [2, 3]．粗粒Type B CAIsのように溶融を経験したCAIsについては，これまでに詳細に形成過程研究，酸素同位体組成の非平衡分布の起源解明や，形成年代測定がなされてきた [4, 5]．一方，細粒CAIsについて，それらを系統的に行った研究はこれまでにほとんどない．本研究では，NWA8613 CVコンドライト中の細粒CAIについて，形成過程と周囲のガスの酸素同位体変化，および形成年代を明らかにすることを目的とし，系統的な岩石学的研究・局所酸素同位体分析・^{26}Al–^{26}Mg年代測定を行った．試料の観察と元素分析には，走査電子顕微鏡システム FE-SEM-EDS-EBSD (JEOL JSM-7000F; Oxford X-Max^{N} 150; Oxford HKL) を用いた．局所酸素・Al–Mg同位体分析は，二次イオン質量分析計 (SIMS, Cameca ims-1270e7, 1280HR) で行った．

本細粒CAIは，10 ×12 mmのサイズで，不規則な外形をもつ．本CAIは主に，メリライト，ヒボナイト，スピネルから構成され，これらの鉱物がCAI全体で存在比を変えながら分布する．鉱物の組み合わせ自体は，粗粒Type A CAIによく似ているが，よりヒボナイトに富むことが特徴である．構成鉱物の酸素同位体組成は，CCAM (Carbonaceous Chondrite Anhydrous Mineral) ライン上にプロットされる非平衡分布を示し，Δ^{17}O ~ –23から0 ‰の間に分布している．本CAIは岩石学的にヒボナイトに富むコア部，スピネルに富むコア部，メリライトに富む内部マントル部，ヒボナイトとスピネルに富む外部マントル部に分けられる．さらに包有物の周囲は，薄いスピネルとディオプサイドの層状リムに囲まれている．メリライト結晶は，コア・マントル部それぞれに含まれている．コア部のメリライト結晶は結晶内部がゲーレナイト成分に富み，結晶粒界部分がオケルマナイト成分に富む正累帯構造をもち，Δ^{17}O ~ –23から–10‰の間の酸素同位体組成変化を示す．メリライトの酸素同位体組成と化学組成の変化には相関がみられ，オケルマナイト成分値 (Åk値) が上昇するにつれてΔ^{17}O値が上昇する傾向を示す．内部マントル部に見られるメリライト結晶は，結晶の中心部分から粒界に向かって，まず，逆累帯構造の結晶成長を示し，その周りで正累帯構造に転じ，さらに再び結晶リム部にかけて逆累帯構造へと変化する．一方，その酸素同位体組成は，このような複雑な化学組成変化 (Åk2–14) にかかわらず，均一な値を示す (Δ^{17}O ~ 0 ‰)．外部マントル部のメリライト結晶は，正累帯構造をもつ．酸素同位体組成は，Δ^{17}O ~ –17から0 ‰の間の変化を示し，Åk値が上昇するにつれてΔ^{17}O値が上昇する傾向を示す．ヒボナイトとスピネルは，その産状・組織にかかわらず均一な酸素同位体組成を示した (Δ^{17}O = –23 ‰)．コア部と外部マントル部に含まれるヒボナイトと内部マントル部に含まれるメリライトのAl–Mg同位体組成はアイソクロン図上で全て一つの直線上にプロットされた．このAl–Mg鉱物アイソクロンが与える初生^{26}Al/^{27}Al比は (4.50 ±0.09) ×10^{-5}である．

本CAIと同じバルク化学組成をもつメルトからは，ヒボナイトが晶出しないことが実験的に示されているが [6]，本CAI中では，ヒボナイトが存在比を変えながら全域に分布している．また，内部マントルのメリライト結晶の化学組成が振動する累帯構造をメリライトのメルト晶出により説明ことは難しい．これらの岩石学的組織は，メリライトが星雲ガスから凝縮しながら，先に形成していたヒボナイトとスピネルを取り込みつつ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CAIが成長したことを示している．鉱物間の酸素同位体非平衡分布は，その凝縮時に，周囲のガスの酸素同位体組成$\Delta^{17}O$ が~ −23から0 ‰の範囲で変動していたことを示し，さらにその変動方向は，少なくとも，^{16}Oに富む組成から乏しい組成に変化し，再び^{16}Oに富む組成へと変化していたことを示す．また本CAIの初生$^{26}Al/^{27}Al$比は，この一連の形成過程が，太陽系最初の固体形成 [7] から16 ±2万年後に起きていたことを示唆する．本研究は，太陽系の形成最初期のおよそ20万年の間，異なる酸素同位体組成をもつガスリザーバが存在していたこと [8] を支持する．

References: [1] Grossman (1972) *GCA* 36, 597–619. [2] Boynton (1975) *GCA* 39, 569–584. [3] Krot et al. (2010) *MaPS* 39, 1517–1553. [4] Kawasaki et al. (2018) *GCA* 221, 318–341. [5] Yurimoto et al. (1998) *Science* 282, 1874–1877. [6] Beckett and Stolper (1994) *MaPS* 29, 41–65. [7] Larsen et al. (2011) *ApJL* 735 L37–L43. [8] Kawasaki et al. (2017) *GCA* 201, 83–102.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

炭素質コンドライトALH A77307におけるコンドリュールリム中のエンスタタイトウィスカーの観察
Observation of Enstatite Whiskers in Fine-grained Rims in the Carbonaceous Chondrite ALH A77307

*代田 泰久[1]、安武 正展[1]、延寿 里美[1]、土山 明[1]
*Yasuhisa Shirota[1], Masahiro YASUTAKE[1], Satomi Enju[1], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planet, Science, Kyoto University

はじめに コンドライト組成をもつ多孔質惑星間塵(CP IDP)は、彗星に起源をもつ太陽系で最も始原的な物質の一つであると考えられている(Bradley et al., 1983)。CP IDPには、エンスタタイトウィスカーと呼ばれるエンスタタイト($MgSiO_3$)の微小なひげ状結晶が含まれている。エンスタタイトウィスカーは原始太陽系星雲においてガスからの凝縮により形成された物質と考えられている。

一方、炭素質コンドライトの中には変成をほとんど受けていない始原的な特徴を保持している隕石が存在し、Vaccaro et al. (2017)やMatsumoto et al. (2018)は、このような始原的炭素質コンドライトのマトリクス中にエンスタタイトウィスカーを発見した。もし、これらがCP IDPs中のものと同様であるとすると、隕石の起源である小惑星だけでなく彗星の形成過程にも大きな制約を与えることになる。しかしながら、炭素質コンドライト中に見出されたウィスカーの数は少なく、ウィスカーが隕石中に普遍的に存在するかどうか、またCP IDPsに産するものと同様のものであるか、その詳細は未だ明らかにされていない。

本研究の目的は、始原的炭素質コンドライトの詳細な走査型電子顕微鏡(SEM)観察により、多くのウィスカー状エンスタタイトを見出し、どのような部分にどのような頻度で存在するのかを明らかすることである。また、透過型電子顕微鏡(TEM)による詳細な観察および記載を行い、その起源に制約を与えることを目指した。

サンプルと手法 試料は最も始原的な炭素質コンドライトの一つであるALH A77307(CO3.0)を用いた。Vaccaro et al. (2017)によってこの隕石中に、エンスタタイトウィスカーが存在することが報告されている。組織観察は、京都大学、およびJAXA宇宙科学研究所にて行った。まず、隕石の研磨薄片をFE-SEM(JEOL JSM-7001F, Hitachi HT SU6600)により詳細に観察するとともにEDSによる元素マッピングを行うことでエンスタタイトウィスカーの探索を行った(加速電圧8 kV、プローブ電流100 pA)。これにより見出された一つのエンスタタイト結晶については、京都大学にて収束イオンビーム(FIB)装置(FEI Helios NanoLab 3G CX)を用いて薄膜試料を作成し、TEM(JEOL JEM2100T)による観察と(S)TEM/EDSによる分析を行った

結果と考察 3つのコンドリュールを取り囲む細粒リムにおいて、エンスタタイトウィスカーの探索を行った。これらのリムは、マトリクスと同様に、主に非晶質ケイ酸塩、カンラン石、輝石、Fe,Niメタルの集合体からなる。観察した全ての領域において、合計12本のウィスカー状エンスタタイトを発見した。発見されたウィスカーで最大のものは長さ11.9 μm、幅0.27 μmである。Bradley et al. (1983)をもとにウィスカーの分類を行った結果、アスペクト比が20以上のRodが４本、20以下のRibbonが８本であった。これらの数密度は少なくとも40本/mm^2であり、CP IDP中の存在度と比べると低いものの、ウィスカー状エンスタタイトが細粒リムに普遍的に存在する可能性を示唆している。今回発見されたウィスカーの一部には、しなりや折れた部分が観察され、CP IDPs中のものとは異なる。これはウィスカーがリムとして集積した時に変形した結果であると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1本のRibbon結晶（長さ1.21μm、幅0.16μm）の薄膜試料をTEMにより観察した結果、c軸方向に伸長した直方エンスタタイトであることがわかった。これは３次元的には、c軸に伸長した柱状結晶か、あるいは（010）に扁平な板状結晶であると考えられる。この結果から、この結晶はCP IDP中のものと同様に原始太陽系星雲中の凝縮過程により形成された板状結晶(Bradley et al., 1983)、もしくは、アニーリングにより非晶質ケイ酸塩から結晶化したもの(Brearley, 1993)である可能性が考えられる。炭素質コンドライト中のウィスカー状結晶のより詳細な成因を明らかにするためには、Rod結晶のようなウィスカー状エンスタタイトのさらなる鉱物学的分析が必要である。

[1] Vaccaro E. (2017) PhD thesis. The Open University. [2] Bradley J. P. et al. (1983) Nature. 301, 473-477. [3] Matsumoto M. et al. (2018) 81st Annual Meeting of the Meteoritical Society [4] Brearley. (1993) Geochim. Cosmochim. Acta 57, 1521-1550

キーワード：エンスタタイトウィスカー、始原的炭素質コンドライト
Keywords: Enstatite whisker, Primitive Carbonaceous Chondrite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3D observation of whisker-like material in the porous matrix of the Paris CM chondrite by SR-XCT

*安武 正展[1]、Epifanio Vacarro[2]、上杉 健太郎[3]、竹内 晃久[3]、中野 司[4]、土山 明[1]
*Masahiro YASUTAKE[1], Epifanio Vacarro[2], Kentaro Uesugi[3], Akihisa Takeuchi[3], Tsukasa Nakano[4], Akira Tsuchiyama[1]

1. 京都大学大学院　理学研究科　地球惑星科学専攻、2. National History Museum, London、3. JASRI/SPring8、4. 産総研地質調査センター
1. Division of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National History Museum, London, 3. JASRI/SPring8, 4. GSJ/AIST

Introduction The chondritic-porous interplanetary dust particles (CP-IDPs) are well-known material, that preserves primitive and pristine features of the early solar system. Enstatite whisker is one of the materials that characterizes CP-IDPs. It is thought that enstatite whiskers are condensates formed in the inner solar system and transferred to the outer regions, where comets formed [e.g. 1, 2]. Recently, whisker-like enstatite crystals were found in the primitive carbonaceous chondrites [3, 4]. However, the whisker-like materials they found could be a cut-plane of thin enstatite plate. By the 2D observation, it is hard to solve this matter. 3D observation based on synchrotron radiation X-ray nano-CT is a strong tool to understand the crystal shape, mineral phase, and rough composition. We conducted a 3D observation to better understand the characteristics of whisker-like materials in primitive carbonaceous chondrites.

Methods We investigated the Paris primitive CM chondrite. Paris was reported to have a very primitive matrix that includes GEMS-like materials [5]. A section of this meteorite was observed and elemental maps of the primitive matrix were obtained by FE-SEM/EDS. A house-shaped CT sample (~25 x 25 x 30 μm) was extracted from the primitive matrix by using a FIB-SEM. CT data of the micro-samples were conducted at beamline BL47XU, SPring-8. CT images were acquired at energies of 7 keV and 7.35 keV with voxel sizes of ~32.2 nm and ~ 33.9 nm, respectively. Mineral phases were estimated using dual-energy tomography (DET) method using the X-ray linear attenuation coefficient (LAC) [6].

Result and Discussion The observed matrix is a part of the fine-grained rim of Type I porphyritic olivine pyroxene chondrule. The matrix is porous and consists mainly of amorphous silicates that include sub-micron sized Fe-rich phases. Whisker-shaped materials are abundant in the CT sample observed. However, fibrous alteration materials were also reported in the matrix of Paris [5]. The whisker-like materials observed might include such products in addition to enstatite. The size of the largest whisker is ~6 μm x ~700 nm x ~350 nm (Fig. 1) and similar to ribbon-type enstatite whisker in the CP-IDPs [1]. This whisker has a curved shape unlike those in CP-IDPs. Probably it reflects deformation during accretion to the parent body and/or planetary processes such as planetary collision.

The LAC values of most whisker materials are hard to obtain quantitatively because refraction of X-ray at the edges of the narrow whiskers enhanced their LAC values. The LAC values of the largest whisker are less affected by refraction and have the range of ~170-180 cm^{-1} and ~250-270 cm^{-1} at 7.00 and 7.35 keV, respectively. These values are consistent with those of pyroxene ($En_{80}Fs_{20}$) and clearly distinguishable from the values of fibrous alteration products (cronstedtite, tochilinite, and ferrihydrite) [5]. The above results suggest that this whisker material is an enstatite whisker. The possibility of olivine whisker (~Fo_{85}) cannot be excluded but forsterite whiskers have not been reported so far. Thus, it is reasonable to consider that the enstatite whiskers accreted to the carbonaceous chondrite parent body.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crystallographic features such as defects and direction of elongation are still not examined. Investigation of crystallography is required to constrain the formation processes of whiskers, and it will enable us to compare the enstatite whiskers in carbonaceous chondrites with those in CP-IDPs.

Reference [1] Bradley (1983) *Nature*, 301, 473-477. [2] Bradley, J. P. (2003) *Treatise on geochemistry*, 1, 711. [3] Vaccaro (2017) PhD thesis, The Open University. [4] Matsumoto et al. (2017) abstract JAMS annual meeting. [5] Leroux et al. (2015) *GCA*, 170, 247-265. [6] Tsuchiyama et al, (2013) *GCA*, 116, 5-16.

キーワード：CMコンドライト、Paris隕石、始原的マトリクス、エンスタタイトウィスカー、SR-XCT
Keywords: CM chondrite, Paris meteortite, Primitive matrix, Enstatite whisker, SR-XCT

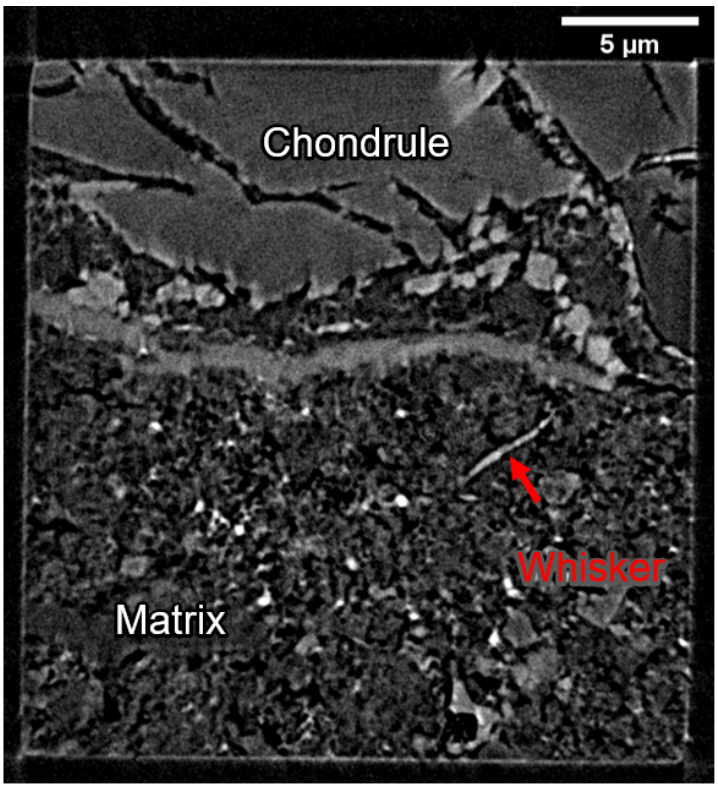


Fig. 1. CT image of porous matrix in Paris acquired at 7 keV. Silicates are shown in light grey. Amorphous silicates are shown in dark grey. Metal and sulfide are shown in white. The enstatite whisker is shown by red arrow.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流体包有物の同位体分析のための凍結SIMS法の開発
Development of cryogenic SIMS technique for isotope analysis of fluid inclusions

*磯野 雄生[1]、坂本 直哉[2]、臼本 尚義[3]
*Isono Yuki[1], Naoya Sakamoto[2], Hisayoshi Yurimoto[3]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻地球惑星システム科学講座、2. 北海道大学創成研究機構、3. 北海道大学理学研究院自然史科学部門
1. Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, 2. Creative Research Institusion, Hokkaido University, 3. Department of Natural History Sciences, Hokkaido University

イントロダクション: 隕石中のハライト結晶に含まれる流体包有物は、地球外の水の直接的な情報を保持している[1]。凍結ステージを有したSIMSにより、隕石中の流体包有物についてその場局所同位体分析が行われた [2]。しかし、イオンビームで結晶中の流体包有物を露出させるためにできる深いスパッタクレータにより、分析精度が $\delta^{18}O$ の値で±14 ‰(1 σ) に制限されていた。分析精度を向上のために、凍結した流体包有物を窒素ガス雰囲気下で研磨し、試料表面に露出させる方法を試みている [3, 4]。凍結研磨した流体包有物をSIMS分析するためには、表面を金などの導電膜で覆う必要があるが、蒸着装置に導入する前に霜が試料表面に付着するために、良好な導電膜の生成が困難であった。そのときの試料温度は-100 ℃であり、一方、グローブボックス内の露点 (-60 ℃) は試料温度より高温であったため、本研究では試料温度を変更した。

凍結試料調整法の改良: 凍結SIMSのための凍結試料調整システムは、グローブボックス中に設置された凍結研磨装置と金蒸着装置からなる。凍結研磨装置の温度は-35 ℃に設定し、試料表面での霜の付着は見られなかった。金蒸着装置内の真空では氷の昇華温度が-50 ℃程度であるため、研磨した試料を新たに設計した井戸型の極低温蒸着台に設置し、液体窒素で-196 ℃まで冷却した。蒸着台は、試料の表面に霜がつかないよう液体窒素から生成した窒素ガスで満たされている。試料温度は、4分間の蒸着中に液体窒素温度 から-130 ℃程度まで上昇すると推定される。

研磨・金蒸着したエポキシ樹脂上のH_2O氷を凍結ホルダーにセットし、凍結輸送システムにより-190 ℃に冷却されたSIMS (Cameca ims-1270) の凍結ステージに導入した。ルーツポンプを用いて凍結ステージへ液体窒素を供給することにより、ステージの振動を低減した。酸素同位体の分析条件は[2]と同様である。

SIMS分析によってH_2O氷から酸素同位体の質量スペクトルを得た。$^{16}O^-$ピークの強度は2.8×10^5 cpsであり、ピークの両側に左右対称な3 cps程度のテールがみられた。$^{16}OH^-$の強度は$^{16}O^-$の強度と同等であり、$^{17}O^-$に対する$^{16}OH^-$の妨害の寄与は約10 ‰であった。高精度なH_2O氷の酸素同位体分析のためには、テール補正法[2]、もしくは$^{16}OH^-$および$^{17,18}OH^-$ピークを用いた酸素同位体分析が効果的であると考えられる。

References: [1] Zolensky M. et al. (1999) Science, 285, 1377-1379. [2] Yurimoto H. et al. (2014) Geochem. J, 48, 549-56. [3] A. Ishibashi (2014) Master thesis [4] J. Song (2017) Master thesis.

キーワード：流体包有物、凍結SIMS、酸素同位体
Keywords: Fluid inclusion, Cryogenic SIMS, Oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ガンドルフィ・アタッチメントを用いたX線回折実験：微小地球外物質への適用

X-ray diffraction study using Gandolfi attachment: Implications for small extraterrestrial materials

*今栄 直也[1,2]、木村 眞[1]
*Naoya Imae[1,2], Makoto Kimura[1]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. Antarctic Meteorite Research Center, National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Introduction

Recent studies have established the bulk features of various chondrite species based on the X-ray diffraction patterns (Howard et al. 2009; Imae and Nakamuta 2018; Imae et al. 2019). In the present study, X-ray diffraction experiments were carried out using Gandolfi attachment in order to apply for small extraterrestrial materials of various kinds of stony meteorites. The present technique is convenient in the laboratory and also useful for rapidly identifying the mineral species without any significant sample loss.

Experiments

We used the X-ray diffractometer in air with the goniometer radius of 30 cm (RIGAKU, SmartLab) at NIPR on the following conditions: (1) CuKa1 with 40 kV, and 30 mA for glass X-ray tube and 40 mA for ceramic X-ray tube, (2) the X-ray beam of 0.4 mm in diameter obtained from the polycapillary focusing optics (CBO-f unit), (3) the strip detector (D/teX Ultra 250) for counting diffracted X-rays, (4) the revolution rate of the goniometer head on the Gandolfi attachment at 30 rpm, and (5) the scan speed of normally 0.2 º/min or 0.5 º/min with the step of 0.01º and the average of the repeated analyses.

Glass fiber (13 μm in diameter) attached with glass rod (1 mm in diameter) was mainly used for holding samples. Both powder and grain samples with the diameter of ~0.2-0.8 mm were used for the measurements.

Powders and single grains for San Carlos olivine and NWA 4719 L6 chondrite were used for the calibration focused on olivine 130 index. So far, 36 stony meteorites have been measured and they are 27 ordinary chondrites (mostly Antarctic meteorites), 5 carbonaceous chondrites, an E chondrite (NWA 7401), a eucrite (Cachari), a diogenite (Bilanga), and an aubrite (Pena Blanca Spring).

Results and discussion

Calibration: The two-theta position of the olivine 130 peak for the powder samples of San Carlos olivine shows nearly consistent value by Yoder and Sahama (1957), on the contrary, the intensity of the San Carlos olivine grains is lower than that of powder on the similar measurement condition, and in addition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the position of the two-theta is slightly higher than that of powder. In case of chondrite (NWA 4719 L6), the intensity is significantly lower than San Carlos olivine. Although the two-theta values for powder samples and grain samples are within the mean Fa# range of L group, the intensity of grain is significantly lower than that of powder.

Samples: The systematic differences of olivine 130 two-theta values were observed among ordinary chondrites: 32.18º-32.29º for H, 32.15º-32.21º for L, and 32.13º-32.16º for LL. These ranges include that the two-theta values are obviously higher than the ranges expected from the mean Fa# for three chemical groups (32.18º-32.21º for H, 32.12º-32.16º for L, and 32.08-32.12 for LL, Yoder and Sahama 1957). The existence of orthoenstatite 511 peak is an indicator for equilibrated ordinary chondrites but not definite, since the peak intensity is normally low. More ferroan olivine peak than ordinary chondrites appears from carbonaceous chondrites. EL6 consists of orthoenstatite. Diffraction patterns of achondrites are different from those of chondrites: pigeonite and anorthite peaks for eucrite and dominant orthopyroxene for diogenite, and dominant clinoenstatite for an aubrite. Fine-grained powder samples may represent the bulk chondrite compositions, but not for grains. This may lead to the different diffraction pattern.

Summary

The present technique is useful conveniently for examining limited or small extraterrestrial materials, when we take into consideration the variations for chondrite species depending on the different sample conditions of powder or grain and the relative modal abundance of olivines and pyroxenes for grains with the limited range of variation of the chemical groups.

Acknowledgements

NI is grateful to Dr. Yoshihiro Nakamuta for discussions, and the study is partly supported by NIPR and KAKENHI (17K05721).

References

Howard K. T., Benedix G. K., Bland P. A., and Cressey G. 2009. Geochimica et Cosmochimica Acta 73: 4576-4589.

Imae N. and Nakamuta Y. 2018. Meteoritics & Planetary Science 53: 232-248.

Imae N., Kimura M., Yamaguchi A., and Kojima H. 2019. Meteoritics & Planetary Science (In press).

Yoder Jr. H. S. and Sahama T. G. 1957. American Mineralogist 42: 475-491.

キーワード：X線回折実験、ガンドルフィー　アタッチメント、微小地球外物質、隕石

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: X-ray diffraction study, Gandolfi attachment, small extraterrestrial materials, meteorites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Trace elements analysis and Ar-Ar dating for microgram-scaled extraterrestrial samples

*岡崎 隆司[1]、関本 俊[2]
*Ryuji Okazaki[1], Sekimoto Shun[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 京都大学複合原子力科学研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 2. Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University

In order to elucidate the origin and evolution of planetary materials, it is important to determine the chemical composition and timing of geological events for specific minerals and microscopic portions, such as impact melt pockets, CAIs (Ca- and Al-rich Inclusion), and chondrules. Combination of EMPA, INAA, and noble gas analysis are one of the best way to determine chemical and isotopic compositions of extraterrestrial dust particles (micrometeorites) and spacecraft-returned samples.
As a first step, we have analyzed rock fragments (<several hundreds of micrometer in diameter) recovered from Holbrook L6 chondrite. Neutron irradiation and NAA experiments were conducted at Institute of Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto Univ. Allende CV3 and Madagascar feldspar were used for standardization of INAA and Ar-Ar analyses, respectively. Each of the sample particles was individually placed in a conical dimple (ϕ1, depth ~ 0.5 mm) of a sapphire disk (ϕ5.5, 1.5 mm thick), and covered with a sapphire disk (ϕ5.5, 0.3 mm thick). Each of the sapphire container was wrapped with pure aluminum foil. These Al-wrapped containers were stacked and sealed in aluminum capsules to perform neutron irradiation at the hydro-irradiation port. After irradiation, the samples were recovered from irradiated glass containers, and moved to non-irradiated containers in order to reduce the radioactivity from the sapphire containers and Al foil. Gamma-ray measurements for short half-life nuclides were performed promptly after collection of the samples. Several months after the irradiation, some of the Holbrook samples were transported to Kyushu Univ. to measure noble gas isotopes.
Concentrations of Co and Ni in two Holbrook samples were determined to be 57 and 157, and 1260 and 13400 ppm, respectively. The Ni/Co ratios of the Holbrook samples are 22 and 85, which are similar to those observed in iron meteorites and chondrites (e.g., Ebihara et al., 2011). The result guarantees our NAA measurement.
Noble gas isotopes (^{36}Ar, ^{38}Ar, ^{39}Ar, and ^{40}Ar) were determined for different two Holbrook samples using stepwise heating method. The bulk ^{39}Ar concentration in the irradiated standard feldspar (K: 12.6 wt%) is 7E-6 cm^{3}STP/g, and the bulk ^{39}Ar/^{40}Ar ratio is 0.026. The result indicates that the neutron flux of KURRI is enough to determine ^{39}Ar for microgram samples with K>0.1 wt%. Using the neutron flux determined by the standard feldspar, with 450 Ma of K-Ar age (ranging 435-461 Ma; Flude et al, 2014), we calculated the Ar-Ar ages for two Holbrook samples (9.4 and 16.8 μg) to be 3795±368Ma (based on 3 plateau ages of 4 stepwise extractions) and 3714±128Ma (based on 4 plateau ages of 7 stepwise extractions). Noble gases extracted at the lowest and highest temperature steps are influenced by atmospheric Ar, resulting unreasonable old Ar-Ar age. Based on these results, we found appropriate extraction temperature for plagioclase-rich microgram samples to be 600, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, and 1600 ˚C.
Through this study we have established an analytical method that consists of a combination of EPMA, INAA, and noble gas analyses. The new method will be applied for Antarctic micrometeorites and the Hayabusa2 samples.

キーワード：Ar-Ar年代、隕石、微隕石、INAA、Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Ar-Ar age, meteorite, micrometeorite, INAA, Hayabusa2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小型の永久磁石を用いた低温固体粒子の磁気分離と物質同定
Magnetic separation and identification of low-temperature solid particles using their translation caused by a pair of small permanent magnets

*植田 千秋[1]、山口 若菜[1]、久好 圭治[1]、寺田 健太郎[1]
*Chiaki Uyeda[1], Wakana Yamaguchi[1], Keiji Hisayoshi[1], Kentaro Terada[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科 宇宙地球科学専攻
1. Institute of earth and Space Science Graduate School of Science Osaka University

近年、ネオジム磁石による磁気力によって、異なる粒子の集合体を微小重力空間内で並進させ、物質の種類ごとの集団に分離する原理が実証された。さらに粒子の速度から求めた磁化率から、その物質の種類を非破壊で識別できることが、様々な物質で示された[1]。自然界に存在する物質の多くは、反磁性体あるいは弱い常磁性体であり、それらは物質ごとに各々固有の磁化率を有している。この磁化率の差異によって、上記の分離や同定が可能になる。これまで磁気並進の実験は、主として室温条件で検証されてきた[1]。しかし自然界に存在する粒子の大多数は、小惑星以遠の太陽系や、地上の寒冷地で見られるように、揮発性の低温固体である。これまで私たちはT = 200Kの低温条件で、氷やドライアイスの磁気並進を観測した[2]。さらにT = 100K以下の条件で、ＣＯ，エタン、メタン、窒素などの低温固体の磁気分離を目指しており、今回はこれに向けた成果を報告する。

微小重力空間での磁気分離は、以下のメカニズムによって進行する。一方向に減少する磁場を空間内に設定し、その中の一点で、質量mの単一の反磁性粒子を静かに開放する。すると粒子内には磁場と逆方向に反磁性磁化が発生し、これが磁場勾配による磁気力を生む結果、粒子は磁場ゼロの方向に並進する[1]。そして粒子が磁場ゼロの空間に達した時の終端速度は、エネルギー保存則により、初期位置の磁場強度と物質固有の磁化率のみに依存し、mに依存しない。従って、物質の種類が異なる複数の粒子を、磁場勾配内の同一位置で開放すると、それらの粒子は、mの大小に関係なく、(磁化率の差異のみによって）物質の種類ごとの集団に分かれて並進し、分離が実現する[1]。

今回開発する測定システムでは、まず断熱二重ガラス容器の中に液体窒素を充填して、内部を冷却し、その中に小型のネオジム磁石を設置して磁場勾配を発生させる。この磁場空間の中に、固体エタン粒子（融点90 K）を試料としてセットする。以上のセットアップを落下用の木箱内に設置し、180cmの高さから自由落下させて、0.5秒間の微小重力環境を作る。そして自由落下中の粒子運動を高速度カメラで観測し、得られた終端速度から粒子の磁化率を求める。この値を文献値と比較し、粒子の分離と同定が上記の原理通り実現するか検証する。

今後は現装置の改良を行い、メタン（融点91K）、一酸化炭素（融点68K）窒素（融点63K）などの固体粒子の磁気並進運動を観測する。これが実現すれば、氷天体および太陽系外縁部に存在する主要な固体物質について、磁気分離による分析を実施できる展望が得られる。周知のように、太陽系内において固体物質の詳細な物質分布を知るには、広い空間領域で無人探査を実施し、各観測点での物質の存在頻度のデータを、効率よく分析し集積する必要がある。このような分析を実現できる装置の要点として、①原理が単純で実証済である、②サイズがコンパクトで堅牢、③電力消費が少ない、④試料の非破壊測定が可能、などが挙げられる。今回開発した装置は、上記の条件を、①以外はほぼ満たしている。従って今後、測定精度を向上させることで、将来的には、既存の質量分析計や赤外分光計装置などの既存の手法を補完する装置に発展する可能性がある。なお外惑星のリングや衛星表面は、揮発性固体とシリケートを端成分にもつ混合体で構成されていると考えられており、探査の現場では、広大な探査領域で、その質量比を効率よく知る必要がある。今回提案した磁

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気分離装置は、その機能を果たす潜在力も有している[3]。

[1] Hisayoshi, Uyeda & Terada (2016) Sci., Reps., 6, 38431.

[2] Yamaguchi, Hisayoshi, Uyeda & Terada (2017) J. Phys., Conf. Ser.903, 012026.

[3] Hitomi, Yamaguchi, Hisayoshi, Uyeda (2018) Planet Space Sci., available online.

キーワード：磁気分離、反磁性体、低温固体
Keywords: magnetic separation, diamagnetic material, low temperature solid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The metallographic cooling rate of the Tafassasset primitive achondrite

*杉浦 直治[1]、荒井 朋子、松井 孝典
*naoji sugiura[1], Tomoko Arai, takafumi matsui

1. 千葉工業大学
1. Chiba Institute of Technology

Tafassasset (Tafa) is a primitive achondrite with carbonaceous chondrite-like (CC) isotopic (Cr etc.) signatures. Cooling rates and chronological information give valuable insight on the evolution of achondrite parent bodies. Brent et al. [1] constructed an evolutionary model (the parent body with a radius ~17 km, accreted at ~1 Ma after CAI; Tafa is located in the middle of the mantle). It is mainly based on the chronology, but is considered to be supported by the metallographic cooling rate (100~200 C/Ma). But it is said to require refinement. Here we report observations of the metal texture and compositions, based on which a cooling history is derived.

Observation

Fe-Ni grains (average composition ~10 mol.% Ni) in Tafa show various textures. Many grains show kamacite that nucleated on the metal-silicate boundary and expanded inward during cooling. The central part is zoneless plessite which must be martensite at higher temperatures but now is made of kamacite and taenite. An interesting feature is that the boundary of kamacite and interior plessite is made of thin (~a few mm wide) taenite wall, suggesting rapid coolig. The compositions range from 17 to 31 % Ni and the average is ~26% Ni. Considering the difficulties in measuring compositions of thin taenite rim, the real value could be ~31% Ni. The zoneless plessite interior (average composition ~10 mol% Ni) is made of taenite islands in kamacite matrix. The taenite island sizes are usually only a few mm or less and the compositions range, if measurable, from 28 to 39% Ni, and the average is ~34% Ni. Again, the real value is considered to be close to ~39% Ni. A typical distance between taenite islands is ~10 mm. There are isolated zoned taenite grains, the central compositions of which are correlated with the size. There are zoned taenite grains which are surrounded by kamacite. Their compositions at the center mostly do not depend on the size, and is ~10 mol.% Ni. We note that cloudy taenite is not observed in any taenite grains. It is also to be noted that the phosphorous content in metal is nearly zero because phosphide is not observed.

Cooling rates

Estimates of the cooling rates can be made based on the above observations. Plotting on Fig.1 of [2], the isolated taenite data suggest a cooling rate slightly faster than 10^4 C/Ma. The data from zoned taenite surrounded by kamacite, when plotted on the same diagram, suggests a much faster cooling rate, but this may be artifact due to late nucleation of kamacite. Using the concept of closure, the thin taenite wall with ~31% Ni suggests a cooling rate ~10^4 C/Ma. Similarly, taenite islands with ~39% Ni in zoneless plessite suggest a cooling rate ~10^3 C/Ma. Distance between taenite islands could also be used for the cooling rate estimate. Assuming that diffusion in kamacite controls the island separation, a cooling rate of ~10^4 C/Ma is obtained. Absence of cloudy taenite is also consistent with rapid cooling.

Discussion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Although there are variations in the cooling rates depending on the features used for the calculation, it is clear that the cooling rate of Tafa (~10^4 C/Ma) is much faster than previously considered [2]. In order to cool at this rate, Tafa has to be located at a shallow depth (~1km from the surface). Because of this, the parent body size cannot be constrained well, except that it is much larger than 10 km in order to be kept warm at ~3.5 Ma (Mn-Cr age [3]). The rapid cooling is consistent with the chronological data. All (Hf-W, Pb-Pb, Mn-Cr and Al-Mg) ages may be identical. Or, the Hf-W age may be older than the rest because of the higher closure temperature.

[1] Brent et al., 2015, EPSL, 45, 193.

[2] Taylor et al., 1987, Icarus, 69, 1.

[3] Gopel et al., 2015, GCA,156,1.

キーワード：始原的エイコンドライト、金属学的冷却速度、母天体
Keywords: primitive achondrite, metallographic cooling rate, parent body

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The systematic investigations of high-pressure minerals in lunar basaltic meteorites

*宮原 正明[1]、高妻 一就[1]、大谷 栄治[2]、山口 亮[3]、境 毅[4]、大藤 弘明[4]、富岡 尚敬[5]、兒玉 優[6]
*Masaaki Miyahara[1], Kazunari Kozuma[1], Eiji Ohtani[2], Akira Yamaguchi[3], Takeshi Sakai[4], Hiroaki Ohfuji[4], Naotaka Tomioka[5], Yu Kodama[6]

1. 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、3. 国立極地研究所、4. 愛媛大学地球ダイナミクス研究センター、5. JAMSTEC高知コア研究所、6. マリンワークジャパン
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. National Institute of Polar Research, 4. Geodynamics Research Center, Ehime University, 5. 5Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 6. Marine Works Japan

The Moon has recorded the impact history for ca. 4.5 Ga, which is closely related with the orbit evolution of asteroids and planets in the solar system. The impact events occurred on the moon can be clarified using lunar meteorites. The lunar meteorites have several kinds of evidence for the impact events: e.g., brecciation, shock-induced melting, and high-pressure polymorphs. The high-pressure polymorph is one of the important clues for clarifying the impact events because we can constrain several physical parameters (e.g., shock pressure) for the impact events. However, only a few lunar meteorites were investigated about the high-pressure polymorphs. Several radio-isotope ages in the lunar meteorites were measured to deduce when the impact events occurred. However, the relevance between the radio-isotope ages and the shock features has not been clear. Accordingly, we initiated to investigate the shock features, especially the shock-induced melting and high-pressure polymorphs in the lunar mare basalt, NWA 032, NWA 479, NWA 2727, NWA 2977, and NWA 4898 using FE-SEM, Raman, EMPA, and FIB-TEM techniques to obtain the clues for clarifying the impact events occurred on the moon.

NWA 032 consisted of a basaltic portion and a small amount of breccia. Olivine, Ca-pyroxene, and low-Ca pyroxene occurred as phenocrysts in the basaltic portion. The matrix was filled with spherulitic textures consisting of plagioclase and Ca-pyroxene. Several shock-melt veins and melt-pockets occurred in the basaltic portion. Several olivine grains next to the shock-met veins have transformed into ringwoodite. The estimated shock pressure is ~13 GPa at least. The petrological and mineralogical features of NWA 479 were similar to those of NWA 032. Olivine grains entrained in the shock-melt veins dissociated into bridgmanite + (Mg, Fe)O. The estimated shock pressure is ~23 GPa at least. NWA 4898 showed the basaltic texture. Olivine occurred as phenocrysts. The matrix portion consisted mainly of Ca-pyroxene and plagioclase. A trace amount of silica minerals was entrained in the shock-melt veins. Some silica minerals in the shock-melt veins were stishovite. Ca-pyroxene next to the shock-melt veins dissociated into ahrensite, pyroxene-glass, and (probably) silicate titanite. The estimated shock pressure is ~9 GPa at least. NWA 2977 showed a gabbroitic texture and consisted mainly of olivine, low-Ca pyroxene, Ca-pyroxene, and plagioclase. Olivine grains next to or entrained in the shock-melt veins have transformed into ringwoodite. The estimated shock pressure is ~16 GPa at least. Two third of NWA 2727 was breccia and the other was gabbroitic. The gabbroitic portion consisted of olivine, low-Ca pyroxene, Ca-pyroxene, and plagioclase. The breccia portion included silica besides the fragments of the gabbroitic portions. Silica minerals entrained in the shock-melt veins or melt-pockets have transformed into coesite. The estimated shock pressure is ~3 GPa at least.

The shock-induced melting textures were observed in all investigated lunar mare basalt samples. Although

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the high-pressure polymorphs of olivine, Ca-pyroxene, and silica minerals were identified, the high-pressure polymorphs of plagioclase, which are abundant in other shocked meteorites, were not identified. In addition to previous studies [1–3], the present study reveals that many kinds of high-pressure polymorphs occur in the lunar mare basalt, implying that most lunar mare basalts have experienced the heavy impact events.

References

[1] Ohtani E. et al. *PNAS* 108, 463–46, 2011.

[2] Miyahara M. et al. *NatureGeosci* 4:1737, 2013.

[3] Kayama M. et al. Sci.Adv. 4: eaar4378, 2018.

キーワード：月、月の玄武岩、高圧鉱物
Keywords: Moon, Lunar mare basalt, High-pressure minerals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bulk chemical analysis of iron meteorites by LA-ICP-MS

*山口 亮[1]、白井 直樹[2]、羽場 麻希子[3]
*Akira Yamaguchi[1], Naoki Shirai[2], Makiko K. Haba[3]

1. 国立極地研究所、2. 首都大学東京、3. 東京工業大学
1. National Institute of Polar Research, 2. Tokyo Metropolitan University, 3. Tokyo Institute of Technology

Iron meteorites are Fe-Ni alloys with minor elements such as Co, P, S, and C. They are classified on the basis of textures (e.g., Widmanstatten pattern) and bulk chemical compositions (e.g., Ni, Ge, Ir). We performed bulk chemical analysis of iron meteorites by using an LA-ICP-MS and compared with the data obtained by INAA.

We measured five iron meteorites, Canyon Diablo (IAB, coarse octahedrite), Toluca (IAB, coarse octahedrite), Cape York (IIIAB, medium octahedrite), Muonionalusta (IV, fine octahedrite) and Dronino (ungrouped, ataxite) by using an LA-ICP-MS and INAA. Polished thick sections are prepared for LA-ICP-MS analysis. Polished thick sections of the meteorites were examined using an optical microscope, a scanning electron microscope, and an electron microprobe analyzer to observe the textures. A Thermo Element XR ICP-MS coupled to a CETAC LSX-213 laser was operated in low resolution mode (R = 300). The peaks monitored are ^{31}P, ^{34}S, ^{57}Fe, ^{59}Co, ^{60}Ni, ^{65}Cu, ^{69}Ga, ^{74}Ge, ^{95}Mo, ^{99}Ru, ^{103}Rh, ^{105}Pd, ^{182}W, ^{185}Re, ^{189}Os, ^{193}Ir, ^{194}Pt and ^{197}Au. Analyses in line and/or scanning modes were performed on a representative area of polished sections, using a 100 μm beam spot at 20 μm/sec., 20 Hz repetition rate. Typical analytical time was several minutes. Elemental abundances were obtained using Hoba (IVB, ataxite) and North Chile (IIAB, hexahedrite) iron meteorites as standard reference samples.

In INAA, samples weighing about 150 mg were firstly irradiated for 10 sec. at a neutron flux of 4.6 x 1012 $cm^{-2}s^{-1}$ at Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University for the determination of Co, Ni, Cu, Ge, and Rh. The same samples were reirradiated for 4 hrs at a neutron flux of 5.6 x 1012 $cm^{-2}s^{-1}$ at Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University for the determination of Cr, Fe, Co, Ni, Ga, As, Mo, Ru, Sb, W, Re, Os, Ir, Pt and Au.

We determined twenty elements (P, S, Fe, Co, Ni, Cu, Ga, Ge, As, Mo, Ru, Rh, Pd, Sb, W, Re, Os, Ir, Pt, and Au) for the five iron meteorites. Our results obtained by using two analytical methods were generally consistent with each other. However, our data of Muonionalusta are slightly different from literature values due to the large-scale heterogeneity of the meteorite (e.g., due to magmatic process). The abundance of some elements (e.g., Ru, Rh, Re, Ir) obtained from LA-ICP-MS data are higher than those from INAA due to the sample heterogeneity. It is possible to avoid this problem by choosing representative areas of the surface. Our study demonstrates that LA-ICP-MS has the potential to analyze a large number of iron meteorites.

キーワード：鉄隕石、化学組成分析
Keywords: Iron meteorites, Bulk chemical analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-EM10] Multi-scale Coupling in the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere System

コンビーナ:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Toshi Nishimura(Boston University)、Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen)

Determining the effects of energy deposition and transport, and momentum exchange across different spatial and temporal scales is an important objective in the M-I-T system, due to the clear evidence of multi-scale forcing. Coupling over multiple scales is also a critical challenge since observational and modeling methodologies for bridging different scales do not presently exist. This session solicits presentations on a wide range of coupling processes in the high-latitude M-I-T system from global to small-scale processes and related solar wind forcing. Relevant topics include (but are not limited to) (1) density structures and temperature gradients (polar cap, cusp, plume, trough, irregularities); (2) convection (flow channels, SAPS) and FAC; (3) energy transfer and deposition by precipitation and ULF waves, conductivity, aurora, and heating; and (4) coupling and feedback into the magnetosphere. Discussions of relevant multi-scale observations by means of multiple instruments, including space and ground-based, modeling and data science are encouraged.

[PEM10-P01] 相対論的電子降り込みに対する南北両半球大気のレスポンス

*田中 良昌[1,13,14]、西山 尚典[1,14]、門倉 昭[1,13,14]、尾崎 光紀[2]、三好 由純[3]、大山 伸一郎[3,15]、片岡 龍峰[1,14]、堤 雅基[1,14]、西村 耕司[1,13,14]、佐藤 薫[4]、笠原 禎也[2]、熊本 篤志[5]、土屋 史紀[5]、吹澤 瑞貴[5]、疋島 充[6]、松田 昇也[6]、松岡 彩子[6]、篠原 育[6]、能勢 正仁[3]、長妻 努[7]、篠原 学[8]、藤本 晶子[9]、寺本 万里子[3]、野村 麗子[10]、行松 彰[1,14]、細川 敬祐[11]、小路 真史[3]、Ralph Latteck[12] (1.国立極地研究所、2.金沢大学理工研究域、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.東京大学大学院理学系研究科、5.東北大学大学院理学研究科、6.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、7.情報通信研究機構、8.鹿児島工業高等専門学校、9.九州工業大学、10.国立天文台、11.電気通信大学大学院情報理工学研究科、12.Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany、13.情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 極域環境データサイエンスセンター、14.総合研究大学院大学、15.University of Oulu, Finland)

[PEM10-P02] Comparison of precipitating particle energy of proton aurora at geomagnetic conjugate points

*田口 真[1]、西島 樹[1]、門倉 昭[2] (1.立教大学、2.情報・システム研究機構)

[PEM10-P03] A regularized deep convolutional general adversarial network (R-DCGAN) for total electron content map completion

*Mingwu Jin[1]、Zhou Chen[2,3]、Yue Deng[1]、Yang Pan[1]、Jin-Song Wang[2] (1.University of Texas at Arlington、2.Institute of Space Science and Technology, Nanchang University, Nanchang, China、3.Key Laboratory of Space Weather, National Center for Space Weather, China Meteorological Administration, Beijing, China)

[PEM10-P04] A long-lasting auroral bright spot around magnetic north pole: Is it the evidence of stable magnetic reconnection?

*Qing-He Zhang[1]、Guo-Cheng Shen[1]、Yong-Liang Zhang[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Michael Lockwood[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Meteorology, University of Reading, Earley Gate, Post Office Box 243, RG6 6BB, UK.)

[PEM10-P05] Statistical study of the relationship between ion upflow and field-aligned current in the topside ionosphere for both hemispheres during disturbed and quiet times

Shan-Yu Zhou[1]、*Qing-He Zhang[1]、P. T. Jayachandran[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Larry Lyons[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1]、Marc Hairston[5]、Yong Wang[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick,

Canada、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA、5.William B. Hanson Center for Space Sciences, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas, USA)

[PEM10-P06] SAPS in the 2013 March 17 Storm Event: Initial Results from the Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere Model

*Dong Lin[1,2]、Wenbin Wang[2]、Wayne Scales[1]、Kevin Pham[2]、Jing Liu[2]、Binzheng Zhang[2]、Viacheslav Merkin[3]、Xueling Shi[1] (1.Virginia Tech、2.High Altitude Observatory, NCAR、3.APL, John Hopkins Univ.)

[PEM10-P07] **Westward turning motions of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at the equatorward side of the dusk side auroral oval associated with auroral brightening**

*Sneha Yadav[1,2]、Kazuo Shiokawa[1]、Shin-ichiro Oyama[1,3,4]、Yuichi Otsuka[1] (1.ISEE, Nagoya University, Nagoya, Japan、2.SPL, VSSC, India、3.Ionosphere Research Unit, University of Oulu, Oulu, Finland、4.NIPR, Tachikawa, Japan)

相対論的電子降り込みに対する南北両半球大気のレスポンス
Atmospheric responses in both hemispheres to relativistic electron precipitation

*田中 良昌[1,13,14]、西山 尚典[1,14]、門倉 昭[1,13,14]、尾崎 光紀[2]、三好 由純[3]、大山 伸一郎[3,15]、片岡 龍峰[1,14]、堤 雅基[1,14]、西村 耕司[1,13,14]、佐藤 薫[4]、笠原 禎也[2]、熊本 篤志[5]、土屋 史紀[5]、吹澤 瑞貴[5]、疋島 充[6]、松田 昇也[6]、松岡 彩子[6]、篠原 育[6]、能勢 正仁[3]、長妻 努[7]、篠原 学[8]、藤本 晶子[9]、寺本 万里子[3]、野村 麗子[10]、行松 彰[1,14]、細川 敬祐[11]、小路 真史[3]、Ralph Latteck[12]
*Yoshimasa Tanaka[1,13,14], Takanori Nishiyama[1,14], Akira Kadokura[1,13,14], Mitsunori Ozaki[2], Yoshizumi Miyoshi[3], Shin-ichiro Oyama[3,15], Ryuho Kataoka[1,14], Masaki Tsutsumi[1,14], Koji Nishimura[1,13,14], Kaoru Sato[4], Yoshiya Kasahara[2], Atsushi Kumamoto[5], Fuminori Tsuchiya[5], Mizuki Fukizawa[5], Mitsuru Hikishima[6], Shoya Matsuda[6], Ayako Matsuoka[6], Iku Shinohara[6], Masahito Nose[3], Tsutomu Nagatsuma[7], Manabu Shinohara[8], Akiko Fujimoto[9], Mariko Teramoto[3], Reiko Nomura[10], Akira Sessai Yukimatu[1,14], Keisuke Hosokawa[11], Masafumi Shoji[3], Ralph Latteck[12]

1. 国立極地研究所、2. 金沢大学理工研究域、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科、5. 東北大学大学院理学研究科、6. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、7. 情報通信研究機構、8. 鹿児島工業高等専門学校、9. 九州工業大学、10. 国立天文台、11. 電気通信大学大学院情報理工学研究科、12. Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany、13. 情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 極域環境データサイエンスセンター、14. 総合研究大学院大学、15. University of Oulu, Finland
1. National Institute of Polar Research, 2. Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 5. Graduate School of Science, Tohoku University, 6. Japan aerospace exploration agency, Institute of space and astronautical science, 7. National Institute of Information and Communications Technology, 8. Kagoshima National College of Technology, 9. Kyushu Institute of Technology, 10. National Observatory of Japan, 11. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications, 12. Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany, 13. Polar Environment Data Science Center, Joint-Support Center for Data Science Research, Research Organization of Information and Systems, 14. The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), 15. University of Oulu, Finland

Relativistic electron precipitation (REP) in the polar atmosphere has been paid attention to because it changes atmospheric composition, causing ozone depletion after migrating to the lower altitude during polar winter. A plausible mechanism for REP is the interaction with magnetospheric plasma waves, such as electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves and whistler-mode chorus waves. Previous studies have already shown that EMIC waves can effectively drive REP, however, observational evidence that chorus waves can drive REP was lacking. In this study we present direct comparison between magnetospheric plasma waves and polar mesosphere winter echoes (PMWE) simultaneously observed with the Arase satellite and high-power Mesosphere, Stratosphere and Troposphere (MST) radars in both hemispheres, PANSY and MAARSY. PMWE can be related to the ionization in the mesosphere due to REP. The PMWE were observed at 03-07 UT on March 21, 2017 during the passage of corotating interaction region (CIR), during which the Arase footprints were close to Syowa Station (SYO; −69.00S, 39.58E), Antarctica, and Husafell (HUS; 65.67N, −21.03E), Iceland.
The observational results are summarized as follows. (1) EMIC waves and whistler-mode chorus waves were observed by Arase near the equatorial magnetosphere during 02:30-04:45 UT and 04:45-07:00 UT, respectively. (2) PMWE were detected with both the MAARSY radar at Andøya (AND; 69.30N, 16.04E), Norway, and the PANSY radar at SYO, Antarctica, during 04:45-07:00 UT, which was the recovery phase of an isolated substorm. We believe this is the first time PMWE have been observed in both hemispheres

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

at exactly the same time. (3) During 04:45-07:00 UT, the temporal variation of the chorus wave power was similar to those of the PMWE power in the both hemispheres. (4) The PMWE observed at SYO during 03:00-04:00 UT before the substorm onset was consistent with the occurrence of the EMIC waves. The item (2) shows direct evidence that chorus waves during the substorm recovery phase cause REP. We estimated the resonance energy of electrons interacting with the observed LBC waves, however, the estimated energy was too low to cause PMWE at an altitude lower than 70 km. However, we found that the resonance energy becomes greater than 1 MeV, if LBC waves propagate to the magnetic latitude greater than 30 degrees and resonate with energetic electrons there. As for item (4), the PMWE observed at SYO during 03:00-04:00 can be related to wave-particle interaction with EMIC waves, which may be generated inside the plasmapause by ring-current hot ions with temperature anisotropy. This anisotropy was caused by magnetospheric compression due to increasing solar wind dynamic pressure during 01:00–06:00 UT just after the arrival of the CIR. Since CIRs are main sources of geomagnetic disturbances during the declining phase of the solar cycle and solar minimum, this event is not rare but rather a common atmospheric response caused by interaction between recurrent large-scale solar wind structures and geospace.

キーワード：極域中間圏冬季エコー、あらせ衛星、PANSYレーダー、MAARSYレーダー、相対論的電子降り込み、磁気圏プラズマ波動
Keywords: Polar Mesosphere Winter Echoes, Arase satellite, PANSY radar, MAARSY radar, relativistic electron precipitation, magnetospheric plasma waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of precipitating particle energy of proton aurora at geomagnetic conjugate points

*田口 真[1]、西島 樹[1]、門倉 昭[2]
*Makoto Taguchi[1], Tatsuki Nishijima[1], Akira Kadokura[2]

1. 立教大学、2. 情報・システム研究機構
1. Rikkyo University, 2. Research Organization of Information and Systems

It is expected that mirror images of aurora are observed at geomagnetic conjugate points in the northern and southern auroral zones connected by a geomagnetic field line. However, geomagnetic conjugate auroras often show non-conjugacy, which reflects north-south asymmetry of the solar wind, the magnetosphere and the ionospheres. In other words acceleration mechanism of auroral particles may be studied by comparing aurora simultaneously occurring at geomagnetic conjugate points. A hydrogen Balmer beta emission at the wavelength of 486.1 nm which is the brightest among the proton auroral lines was observed at a pair of geomagnetic conjugate points to compare precipitating particle energy. Two identical Proton Auroral Specrographs (PASs) which obtain auroral spectra along a geomagnetic meridian at a rate of 1 image/min were installed at Tjornes in Iceland and Syowa Station in Antarctica. Data obtained during a period from September 4, 2018 to October 9, 2018 were analyzed to derive an average kinetic energy of precipitating protons along a local geomagnetic field line from a Doppler shift of the H beta line. As a result we are succeeded in simultaneous observations of proton auroras at both conjugate points in 5 nights on September 4, 5, 6, 7 , and 10. The average energies of precipitating protons range from 0 keV to 7 keV, and sometimes show a periodical variation with a period of 4 - 5 min. Conjugacy of precipitating particle energy will be discussed in the presentation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A regularized deep convolutional general adversarial network (R-DCGAN) for total electron content map completion

*Mingwu Jin[1], Zhou Chen[2,3], Yue Deng[1], Yang Pan[1], Jin-Song Wang[2]

1. University of Texas at Arlington, 2. Institute of Space Science and Technology, Nanchang University, Nanchang, China, 3. Key Laboratory of Space Weather, National Center for Space Weather, China Meteorological Administration, Beijing, China

Observations with a complete global coverage are important for space physics research and applications. However, due to the technical limitations and costs, such a complete global coverage is often unavailable. Thus, data filling algorithms are often pursued to fill missing data gaps to create a global map from the incomplete data. In this work, a novel deep learning algorithm, regularized deep convolutional generative adversarial network (R-DCGAN), is developed by adding an extra discriminator to the conventional DCGAN to fill the missing data of total electron content (TEC) map images. R-DCGAN incorporates the knowledge from reference TEC maps of the International Global Navigation Satellite Systems Service Ionosphere Working Group to achieve much better TEC map completion performance than the conventional DCGAN as demonstrated by both synthetic and real data. The R-DCGAN framework can be extended to other fields of space sciences to address the missing observation data issues.

Keywords: Deep learning method, TEC , map completion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A long-lasting auroral bright spot around magnetic north pole: Is it the evidence of stable magnetic reconnection?

*Qing-He Zhang[1], Guo-Cheng Shen[1], Yong-Liang Zhang[2], Kjellmar Oksavik[3], Michael Lockwood[4], Zan-Yang Xing[1], Yu-Zhang Ma[1]

1. Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China, 2. The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA, 3. Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway, 4. Department of Meteorology, University of Reading, Earley Gate, Post Office Box 243, RG6 6BB, UK.

An intense and large auroral bright spot appears around the magnetic north pole observed by the Special Sensor Ultraviolet Spectrographic Imager (SSUSI) on board four different Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) satellites during long time northward IMF conditions. The bright spot is even brighter than aurora in the auroral oval which is about 5-10° magnetic latitude equatorward of the bright spot. The bright spot is lasting about 8 hours, and sometimes appears as a cyclone-shape with a clockwise rotation. The DMSP in situ plasma observations suggest that the bright spot is clear associated with electron invert-V acceleration with 10s keV energy electron precipitations around the center regions and 1s keV energy electron precipitations around the egde regions. There are also strong flow shears between the two sides of the bright spot: strong sunward flows on the duskside and antisunward flows on the dawnside. These types of plasma should come from the high-latitude lobe region of the magnetotail due to the high-latitude lobe magnetic reconnections. Is it the evidence of stable lobe reconnection during long time northward IMF conditions? The detail and further analysis should be pursued in the following studies.

Keywords: Auroral bright spot, Magnetosphere-ionosphere coupling, High-latitude lobe magnetic reconnection, Stable reconnection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of the relationship between ion upflow and field-aligned current in the topside ionosphere for both hemispheres during disturbed and quiet times

Shan-Yu Zhou[1], *Qing-He Zhang[1], P. T. Jayachandran[2], Kjellmar Oksavik[3], Larry Lyons[4], Zan-Yang Xing[1], Yu-Zhang Ma[1], Marc Hairston[5], Yong Wang[1]

1. Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China, 2. Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada, 3. Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway, 4. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA, 5. William B. Hanson Center for Space Sciences, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas, USA

A statistical study of ion upflow and field-aligned currents (FACs) has been performed in the topside ionosphere of both hemispheres for magnetic quiet and disturbed times by using DMSP satellite observations from 2010-2013. Distributions in MLT/MLAT reveal that ion upflow shows a dawn-dusk asymmetry distribution that corresponds well with the region 1 field-aligned currents. In addition, there are highest occurrence regions near noon and within the near midnight auroral disturbance area. These correspond to cusp and nightside dynamical processes, respectively. Both the ion upflow occurrence and FAC regions expand equatorward to a wider area during disturbed times.

Keywords: Ion upflows, Field-aligned current, Magnetosphere-ionosphere coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SAPS in the 2013 March 17 Storm Event: Initial Results from the Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere Model

*Dong Lin[1,2], Wenbin Wang[2], Wayne Scales[1], Kevin Pham[2], Jing Liu[2], Binzheng Zhang[2], Viacheslav Merkin[3], Xueling Shi[1]

1. Virginia Tech, 2. High Altitude Observatory, NCAR, 3. APL, John Hopkins Univ.

Subauroral polarization stream (SAPS) are latitudinally narrow flow channels of large westward plasma drifts in the subauroral ionosphere. In this study, the global structure and dynamic evolution of SAPS are investigated by using the National Center for Atmospheric Research (NCAR) Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere (CMIT) model with Ring Current extension, namely the LFM-TIEGCM-RCM (LTR) model, to simulate the 2013 St. Patrick's Day storm event. This is the first time that the global distribution and temporal evolution of SAPS are investigated using first-principle models. The model shows a strong westward ion drift channel formed equatorward of the auroral electron precipitation boundary on the duskside, which is identified as the SAPS structure. The simulated ion drift velocity and auroral electron precipitation sampled along the trajectory of the DMSP F18 satellite are in good agreement with the satellite measurements. SAPS initiate in the pre-dusk sector when the interplanetary magnetic field (IMF) turns southward. SAPS latitude generally decreases with magnetic local time (MLT) from dusk to midnight. The SAPS channel shows wedge, inverse wedge, and crescent morphologies during the storm, and becomes discontinuous when the IMF is weakly southward. The SAPS mean latitude has a correlation coefficient of 0.77 with the Dst index. The mean latitude moves equatorward and the flow channel broadens in the storm main phase. The simulation results are consistent with observational studies. They also illustrate the global distributions and highly dynamic behaviors of SAPS that are not readily apparent from observation data.

Keywords: SAPS, Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere coupling, LFM-TIEGCM-RCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Westward turning motions of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at the equatorward side of the dusk side auroral oval associated with auroral brightening

*Sneha Yadav[1,2], Kazuo Shiokawa[1], Shin-ichiro Oyama[1,3,4], Yuichi Otsuka[1]

1. ISEE, Nagoya University, Nagoya, Japan, 2. SPL, VSSC, India, 3. Ionosphere Research Unit, University of Oulu, Oulu, Finland, 4. NIPR, Tachikawa, Japan

The characteristics of high-latitude nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) have not been well investigated using all-sky imagers because of the hindrance caused by the bright aurora. The limited results on the propagation characteristics of MSTIDs over high-latitudes hindered the progress in our understanding on these dynamical structure. In a case study carried out by Shiokawa et al. (JGR, 2012), an event of oscillating MSTIDs was reported over Tromsø (69.6˚N, 19.2˚E; corrected geomagnetic latitude: 66.6˚N), which was observed to be associated with auroral brightening. However, after this case study, which comprised of only one event, no observations showing oscillating motion of MSTIDs have been reported till date. In this study, for the first time, the comprehensive investigation on the westward turning of the MSTIDs in the equatorward side of the dusk side auroral oval has been performed. The all-sky imaging data of 630.0 nm airglow emissions during 2010-2018 are used to study the motions of MSTIDs over Tromsø. The results indicate that the nighttime MSTIDs primarily exhibit eastward motion under quiet magnetic conditions but turned in the westward direction during the active geomagnetic conditions. The turning of MSTIDs in the westward direction were invariably associated with the auroral brightening observed at the poleward edge of the all-sky image and localized magnetic field perturbations observed by ground-based magnetometers at Tromsø. The interesting aspect of the observations is the fact that these westward moving MSTIDs again turned in the eastward direction when the geomagnetic disturbance ceases. The SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) convection maps revealed that the location of Tromsø was inside/outside the convection cell region during the time of appearance of westward/eastward moving MSTIDs. The Doppler shift measurement of the 630-nm airglow by a Fabry-Perot interferometer at Tromsø showed that northeastward winds were predominant during the appearance of eastward moving MSTIDs. The cause of the observed MSTIDs remains in question as they might either be triggered by atmospheric gravity waves or by Perkins instability. These experimental evidences suggest that the MSTIDs tend to move eastward in accordance with the background F-region dynamo electric field, but show westward motion under the influence of electric field associated with auroral activities in the dusk side of two-cell convection pattern.

Keywords: MSTIDs, Auroral oval, Airglow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[P-EM10] Multi-scale Coupling in the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere System

コンビーナ:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Toshi Nishimura(Boston University)、Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen)

Determining the effects of energy deposition and transport, and momentum exchange across different spatial and temporal scales is an important objective in the M-I-T system, due to the clear evidence of multi-scale forcing. Coupling over multiple scales is also a critical challenge since observational and modeling methodologies for bridging different scales do not presently exist. This session solicits presentations on a wide range of coupling processes in the high-latitude M-I-T system from global to small-scale processes and related solar wind forcing. Relevant topics include (but are not limited to) (1) density structures and temperature gradients (polar cap, cusp, plume, trough, irregularities); (2) convection (flow channels, SAPS) and FAC; (3) energy transfer and deposition by precipitation and ULF waves, conductivity, aurora, and heating; and (4) coupling and feedback into the magnetosphere. Discussions of relevant multi-scale observations by means of multiple instruments, including space and ground-based, modeling and data science are encouraged.

[PEM10-P01] 相対論的電子降り込みに対する南北両半球大気のレスポンス

*田中 良昌[1,13,14]、西山 尚典[1,14]、門倉 昭[1,13,14]、尾崎 光紀[2]、三好 由純[3]、大山 伸一郎[3,15]、片岡 龍峰[1,14]、堤 雅基[1,14]、西村 耕司[1,13,14]、佐藤 薫[4]、笠原 禎也[2]、熊本 篤志[5]、土屋 史紀[5]、吹澤 瑞貴[5]、疋島 充[6]、松田 昇也[6]、松岡 彩子[6]、篠原 育[6]、能勢 正仁[3]、長妻 努[7]、篠原 学[8]、藤本 晶子[9]、寺本 万里子[3]、野村 麗子[10]、行松 彰[1,14]、細川 敬祐[11]、小路 真史[3]、Ralph Latteck[12] (1.国立極地研究所、2.金沢大学理工研究域、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.東京大学大学院理学系研究科、5.東北大学大学院理学研究科、6.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、7.情報通信研究機構、8.鹿児島工業高等専門学校、9.九州工業大学、10.国立天文台、11.電気通信大学大学院情報理工学研究科、12.Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany、13.情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 極域環境データサイエンスセンター、14.総合研究大学院大学、15.University of Oulu, Finland)

[PEM10-P02] Comparison of precipitating particle energy of proton aurora at geomagnetic conjugate points

*田口 真[1]、西島 樹[1]、門倉 昭[2] (1.立教大学、2.情報・システム研究機構)

[PEM10-P03] A regularized deep convolutional general adversarial network (R-DCGAN) for total electron content map completion

*Mingwu Jin[1]、Zhou Chen[2,3]、Yue Deng[1]、Yang Pan[1]、Jin-Song Wang[2] (1.University of Texas at Arlington、2.Institute of Space Science and Technology, Nanchang University, Nanchang, China、3.Key Laboratory of Space Weather, National Center for Space Weather, China Meteorological Administration, Beijing, China)

[PEM10-P04] A long-lasting auroral bright spot around magnetic north pole: Is it the evidence of stable magnetic reconnection?

*Qing-He Zhang[1]、Guo-Cheng Shen[1]、Yong-Liang Zhang[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Michael Lockwood[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Meteorology, University of Reading, Earley Gate, Post Office Box 243, RG6 6BB, UK.)

[PEM10-P05] Statistical study of the relationship between ion upflow and field-aligned current in the topside ionosphere for both hemispheres during disturbed and quiet times

Shan-Yu Zhou[1]、*Qing-He Zhang[1]、P. T. Jayachandran[2]、Kjellmar Oksavik[3]、Larry Lyons[4]、Zan-Yang Xing[1]、Yu-Zhang Ma[1]、Marc Hairston[5]、Yong Wang[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China、2.Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick,

Canada、3.Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway、4.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA、5.William B. Hanson Center for Space Sciences, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas, USA)

[PEM10-P06] SAPS in the 2013 March 17 Storm Event: Initial Results from the Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere Model

*Dong Lin[1,2]、Wenbin Wang[2]、Wayne Scales[1]、Kevin Pham[2]、Jing Liu[2]、Binzheng Zhang[2]、Viacheslav Merkin[3]、Xueling Shi[1] (1.Virginia Tech、2.High Altitude Observatory, NCAR、3.APL, John Hopkins Univ.)

[PEM10-P07] **Westward turning motions of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at the equatorward side of the dusk side auroral oval associated with auroral brightening**

*Sneha Yadav[1,2]、Kazuo Shiokawa[1]、Shin-ichiro Oyama[1,3,4]、Yuichi Otsuka[1] (1.ISEE, Nagoya University, Nagoya, Japan、2.SPL, VSSC, India、3.Ionosphere Research Unit, University of Oulu, Oulu, Finland、4.NIPR, Tachikawa, Japan)

相対論的電子降り込みに対する南北両半球大気のレスポンス
Atmospheric responses in both hemispheres to relativistic electron precipitation

*田中 良昌[1,13,14]、西山 尚典[1,14]、門倉 昭[1,13,14]、尾崎 光紀[2]、三好 由純[3]、大山 伸一郎[3,15]、片岡 龍峰[1,14]、堤 雅基[1,14]、西村 耕司[1,13,14]、佐藤 薫[4]、笠原 禎也[2]、熊本 篤志[5]、土屋 史紀[5]、吹澤 瑞貴[5]、疋島 充[6]、松田 昇也[6]、松岡 彩子[6]、篠原 育[6]、能勢 正仁[3]、長妻 努[7]、篠原 学[8]、藤本 晶子[9]、寺本 万里子[3]、野村 麗子[10]、行松 彰[1,14]、細川 敬祐[11]、小路 真史[3]、Ralph Latteck[12]
*Yoshimasa Tanaka[1,13,14], Takanori Nishiyama[1,14], Akira Kadokura[1,13,14], Mitsunori Ozaki[2], Yoshizumi Miyoshi[3], Shin-ichiro Oyama[3,15], Ryuho Kataoka[1,14], Masaki Tsutsumi[1,14], Koji Nishimura[1,13,14], Kaoru Sato[4], Yoshiya Kasahara[2], Atsushi Kumamoto[5], Fuminori Tsuchiya[5], Mizuki Fukizawa[5], Mitsuru Hikishima[6], Shoya Matsuda[6], Ayako Matsuoka[6], Iku Shinohara[6], Masahito Nose[3], Tsutomu Nagatsuma[7], Manabu Shinohara[8], Akiko Fujimoto[9], Mariko Teramoto[3], Reiko Nomura[10], Akira Sessai Yukimatu[1,14], Keisuke Hosokawa[11], Masafumi Shoji[3], Ralph Latteck[12]

1. 国立極地研究所、2. 金沢大学理工研究域、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科、5. 東北大学大学院理学研究科、6. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、7. 情報通信研究機構、8. 鹿児島工業高等専門学校、9. 九州工業大学、10. 国立天文台、11. 電気通信大学大学院情報理工学研究科、12. Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany、13. 情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 極域環境データサイエンスセンター、14. 総合研究大学院大学、15. University of Oulu, Finland
1. National Institute of Polar Research, 2. Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 5. Graduate School of Science, Tohoku University, 6. Japan aerospace exploration agency, Institute of space and astronautical science, 7. National Institute of Information and Communications Technology, 8. Kagoshima National College of Technology, 9. Kyushu Institute of Technology, 10. National Observatory of Japan, 11. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications, 12. Leibniz-Institute of Atmospheric Physics e.V. at the University Rostock, Germany, 13. Polar Environment Data Science Center, Joint-Support Center for Data Science Research, Research Organization of Information and Systems, 14. The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), 15. University of Oulu, Finland

Relativistic electron precipitation (REP) in the polar atmosphere has been paid attention to because it changes atmospheric composition, causing ozone depletion after migrating to the lower altitude during polar winter. A plausible mechanism for REP is the interaction with magnetospheric plasma waves, such as electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves and whistler-mode chorus waves. Previous studies have already shown that EMIC waves can effectively drive REP, however, observational evidence that chorus waves can drive REP was lacking. In this study we present direct comparison between magnetospheric plasma waves and polar mesosphere winter echoes (PMWE) simultaneously observed with the Arase satellite and high-power Mesosphere, Stratosphere and Troposphere (MST) radars in both hemispheres, PANSY and MAARSY. PMWE can be related to the ionization in the mesosphere due to REP. The PMWE were observed at 03-07 UT on March 21, 2017 during the passage of corotating interaction region (CIR), during which the Arase footprints were close to Syowa Station (SYO; −69.00S, 39.58E), Antarctica, and Husafell (HUS; 65.67N, −21.03E), Iceland.
The observational results are summarized as follows. (1) EMIC waves and whistler-mode chorus waves were observed by Arase near the equatorial magnetosphere during 02:30-04:45 UT and 04:45-07:00 UT, respectively. (2) PMWE were detected with both the MAARSY radar at Andøya (AND; 69.30N, 16.04E), Norway, and the PANSY radar at SYO, Antarctica, during 04:45-07:00 UT, which was the recovery phase of an isolated substorm. We believe this is the first time PMWE have been observed in both hemispheres

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

at exactly the same time. (3) During 04:45-07:00 UT, the temporal variation of the chorus wave power was similar to those of the PMWE power in the both hemispheres. (4) The PMWE observed at SYO during 03:00-04:00 UT before the substorm onset was consistent with the occurrence of the EMIC waves. The item (2) shows direct evidence that chorus waves during the substorm recovery phase cause REP. We estimated the resonance energy of electrons interacting with the observed LBC waves, however, the estimated energy was too low to cause PMWE at an altitude lower than 70 km. However, we found that the resonance energy becomes greater than 1 MeV, if LBC waves propagate to the magnetic latitude greater than 30 degrees and resonate with energetic electrons there. As for item (4), the PMWE observed at SYO during 03:00-04:00 can be related to wave-particle interaction with EMIC waves, which may be generated inside the plasmapause by ring-current hot ions with temperature anisotropy. This anisotropy was caused by magnetospheric compression due to increasing solar wind dynamic pressure during 01:00–06:00 UT just after the arrival of the CIR. Since CIRs are main sources of geomagnetic disturbances during the declining phase of the solar cycle and solar minimum, this event is not rare but rather a common atmospheric response caused by interaction between recurrent large-scale solar wind structures and geospace.

キーワード：極域中間圏冬季エコー、あらせ衛星、PANSYレーダー、MAARSYレーダー、相対論的電子降り込み、磁気圏プラズマ波動
Keywords: Polar Mesosphere Winter Echoes, Arase satellite, PANSY radar, MAARSY radar, relativistic electron precipitation, magnetospheric plasma waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of precipitating particle energy of proton aurora at geomagnetic conjugate points

*田口 真[1]、西島 樹[1]、門倉 昭[2]
*Makoto Taguchi[1], Tatsuki Nishijima[1], Akira Kadokura[2]

1. 立教大学、2. 情報・システム研究機構
1. Rikkyo University, 2. Research Organization of Information and Systems

It is expected that mirror images of aurora are observed at geomagnetic conjugate points in the northern and southern auroral zones connected by a geomagnetic field line. However, geomagnetic conjugate auroras often show non-conjugacy, which reflects north-south asymmetry of the solar wind, the magnetosphere and the ionospheres. In other words acceleration mechanism of auroral particles may be studied by comparing aurora simultaneously occurring at geomagnetic conjugate points. A hydrogen Balmer beta emission at the wavelength of 486.1 nm which is the brightest among the proton auroral lines was observed at a pair of geomagnetic conjugate points to compare precipitating particle energy. Two identical Proton Auroral Specrographs (PASs) which obtain auroral spectra along a geomagnetic meridian at a rate of 1 image/min were installed at Tjornes in Iceland and Syowa Station in Antarctica. Data obtained during a period from September 4, 2018 to October 9, 2018 were analyzed to derive an average kinetic energy of precipitating protons along a local geomagnetic field line from a Doppler shift of the H beta line. As a result we are succeeded in simultaneous observations of proton auroras at both conjugate points in 5 nights on September 4, 5, 6, 7 , and 10. The average energies of precipitating protons range from 0 keV to 7 keV, and sometimes show a periodical variation with a period of 4 - 5 min. Conjugacy of precipitating particle energy will be discussed in the presentation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A regularized deep convolutional general adversarial network (R-DCGAN) for total electron content map completion

*Mingwu Jin[1], Zhou Chen[2,3], Yue Deng[1], Yang Pan[1], Jin-Song Wang[2]

1. University of Texas at Arlington, 2. Institute of Space Science and Technology, Nanchang University, Nanchang, China, 3. Key Laboratory of Space Weather, National Center for Space Weather, China Meteorological Administration, Beijing, China

Observations with a complete global coverage are important for space physics research and applications. However, due to the technical limitations and costs, such a complete global coverage is often unavailable. Thus, data filling algorithms are often pursued to fill missing data gaps to create a global map from the incomplete data. In this work, a novel deep learning algorithm, regularized deep convolutional generative adversarial network (R-DCGAN), is developed by adding an extra discriminator to the conventional DCGAN to fill the missing data of total electron content (TEC) map images. R-DCGAN incorporates the knowledge from reference TEC maps of the International Global Navigation Satellite Systems Service Ionosphere Working Group to achieve much better TEC map completion performance than the conventional DCGAN as demonstrated by both synthetic and real data. The R-DCGAN framework can be extended to other fields of space sciences to address the missing observation data issues.

Keywords: Deep learning method, TEC , map completion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A long-lasting auroral bright spot around magnetic north pole: Is it the evidence of stable magnetic reconnection?

*Qing-He Zhang[1], Guo-Cheng Shen[1], Yong-Liang Zhang[2], Kjellmar Oksavik[3], Michael Lockwood[4], Zan-Yang Xing[1], Yu-Zhang Ma[1]

1. Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China, 2. The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA, 3. Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway, 4. Department of Meteorology, University of Reading, Earley Gate, Post Office Box 243, RG6 6BB, UK.

An intense and large auroral bright spot appears around the magnetic north pole observed by the Special Sensor Ultraviolet Spectrographic Imager (SSUSI) on board four different Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) satellites during long time northward IMF conditions. The bright spot is even brighter than aurora in the auroral oval which is about 5-10° magnetic latitude equatorward of the bright spot. The bright spot is lasting about 8 hours, and sometimes appears as a cyclone-shape with a clockwise rotation. The DMSP in situ plasma observations suggest that the bright spot is clear associated with electron invert-V acceleration with 10s keV energy electron precipitations around the center regions and 1s keV energy electron precipitations around the egde regions. There are also strong flow shears between the two sides of the bright spot: strong sunward flows on the duskside and antisunward flows on the dawnside. These types of plasma should come from the high-latitude lobe region of the magnetotail due to the high-latitude lobe magnetic reconnections. Is it the evidence of stable lobe reconnection during long time northward IMF conditions? The detail and further analysis should be pursued in the following studies.

Keywords: Auroral bright spot, Magnetosphere-ionosphere coupling, High-latitude lobe magnetic reconnection, Stable reconnection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of the relationship between ion upflow and field-aligned current in the topside ionosphere for both hemispheres during disturbed and quiet times

Shan-Yu Zhou[1], *Qing-He Zhang[1], P. T. Jayachandran[2], Kjellmar Oksavik[3], Larry Lyons[4], Zan-Yang Xing[1], Yu-Zhang Ma[1], Marc Hairston[5], Yong Wang[1]

1. Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China, 2. Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canada, 3. Birkeland Centre for Space Science, University of Bergen, Bergen, Norway, 4. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of California, Los Angeles, California, USA, 5. William B. Hanson Center for Space Sciences, University of Texas at Dallas, Richardson, Texas, USA

A statistical study of ion upflow and field-aligned currents (FACs) has been performed in the topside ionosphere of both hemispheres for magnetic quiet and disturbed times by using DMSP satellite observations from 2010-2013. Distributions in MLT/MLAT reveal that ion upflow shows a dawn-dusk asymmetry distribution that corresponds well with the region 1 field-aligned currents. In addition, there are highest occurrence regions near noon and within the near midnight auroral disturbance area. These correspond to cusp and nightside dynamical processes, respectively. Both the ion upflow occurrence and FAC regions expand equatorward to a wider area during disturbed times.

Keywords: Ion upflows, Field-aligned current, Magnetosphere-ionosphere coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SAPS in the 2013 March 17 Storm Event: Initial Results from the Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere Model

*Dong Lin[1,2], Wenbin Wang[2], Wayne Scales[1], Kevin Pham[2], Jing Liu[2], Binzheng Zhang[2], Viacheslav Merkin[3], Xueling Shi[1]

1. Virginia Tech, 2. High Altitude Observatory, NCAR, 3. APL, John Hopkins Univ.

Subauroral polarization stream (SAPS) are latitudinally narrow flow channels of large westward plasma drifts in the subauroral ionosphere. In this study, the global structure and dynamic evolution of SAPS are investigated by using the National Center for Atmospheric Research (NCAR) Coupled Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere (CMIT) model with Ring Current extension, namely the LFM-TIEGCM-RCM (LTR) model, to simulate the 2013 St. Patrick's Day storm event. This is the first time that the global distribution and temporal evolution of SAPS are investigated using first-principle models. The model shows a strong westward ion drift channel formed equatorward of the auroral electron precipitation boundary on the duskside, which is identified as the SAPS structure. The simulated ion drift velocity and auroral electron precipitation sampled along the trajectory of the DMSP F18 satellite are in good agreement with the satellite measurements. SAPS initiate in the pre-dusk sector when the interplanetary magnetic field (IMF) turns southward. SAPS latitude generally decreases with magnetic local time (MLT) from dusk to midnight. The SAPS channel shows wedge, inverse wedge, and crescent morphologies during the storm, and becomes discontinuous when the IMF is weakly southward. The SAPS mean latitude has a correlation coefficient of 0.77 with the Dst index. The mean latitude moves equatorward and the flow channel broadens in the storm main phase. The simulation results are consistent with observational studies. They also illustrate the global distributions and highly dynamic behaviors of SAPS that are not readily apparent from observation data.

Keywords: SAPS, Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere coupling, LFM-TIEGCM-RCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Westward turning motions of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) at the equatorward side of the dusk side auroral oval associated with auroral brightening

*Sneha Yadav[1,2], Kazuo Shiokawa[1], Shin-ichiro Oyama[1,3,4], Yuichi Otsuka[1]

1. ISEE, Nagoya University, Nagoya, Japan, 2. SPL, VSSC, India, 3. Ionosphere Research Unit, University of Oulu, Oulu, Finland, 4. NIPR, Tachikawa, Japan

The characteristics of high-latitude nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) have not been well investigated using all-sky imagers because of the hindrance caused by the bright aurora. The limited results on the propagation characteristics of MSTIDs over high-latitudes hindered the progress in our understanding on these dynamical structure. In a case study carried out by Shiokawa et al. (JGR, 2012), an event of oscillating MSTIDs was reported over Tromsø (69.6˚N, 19.2˚E; corrected geomagnetic latitude: 66.6˚N), which was observed to be associated with auroral brightening. However, after this case study, which comprised of only one event, no observations showing oscillating motion of MSTIDs have been reported till date. In this study, for the first time, the comprehensive investigation on the westward turning of the MSTIDs in the equatorward side of the dusk side auroral oval has been performed. The all-sky imaging data of 630.0 nm airglow emissions during 2010-2018 are used to study the motions of MSTIDs over Tromsø. The results indicate that the nighttime MSTIDs primarily exhibit eastward motion under quiet magnetic conditions but turned in the westward direction during the active geomagnetic conditions. The turning of MSTIDs in the westward direction were invariably associated with the auroral brightening observed at the poleward edge of the all-sky image and localized magnetic field perturbations observed by ground-based magnetometers at Tromsø. The interesting aspect of the observations is the fact that these westward moving MSTIDs again turned in the eastward direction when the geomagnetic disturbance ceases. The SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) convection maps revealed that the location of Tromsø was inside/outside the convection cell region during the time of appearance of westward/eastward moving MSTIDs. The Doppler shift measurement of the 630-nm airglow by a Fabry-Perot interferometer at Tromsø showed that northeastward winds were predominant during the appearance of eastward moving MSTIDs. The cause of the observed MSTIDs remains in question as they might either be triggered by atmospheric gravity waves or by Perkins instability. These experimental evidences suggest that the MSTIDs tend to move eastward in accordance with the background F-region dynamo electric field, but show westward motion under the influence of electric field associated with auroral activities in the dusk side of two-cell convection pattern.

Keywords: MSTIDs, Auroral oval, Airglow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A05 東京ベイ幕張ホール

[P-EM10] Multi-scale Coupling in the Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere System

コンビーナ:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Toshi Nishimura(Boston University)、Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen)、座長:Yue Deng(University of Texas at Arlington)、Huixin Liu(Kyushu University, Japan)、Yanshi Huang(Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China)、Yukitoshi Nishimura(Boston University)

Determining the effects of energy deposition and transport, and momentum exchange across different spatial and temporal scales is an important objective in the M-I-T system, due to the clear evidence of multi-scale forcing. Coupling over multiple scales is also a critical challenge since observational and modeling methodologies for bridging different scales do not presently exist. This session solicits presentations on a wide range of coupling processes in the high-latitude M-I-T system from global to small-scale processes and related solar wind forcing. Relevant topics include (but are not limited to) (1) density structures and temperature gradients (polar cap, cusp, plume, trough, irregularities); (2) convection (flow channels, SAPS) and FAC; (3) energy transfer and deposition by precipitation and ULF waves, conductivity, aurora, and heating; and (4) coupling and feedback into the magnetosphere. Discussions of relevant multi-scale observations by means of multiple instruments, including space and ground-based, modeling and data science are encouraged.

15:30 ~ 15:45

[PEM10-01] Auroral fragmentation into patches and pressure balance condition in the source magnetosphere

★Invited Papers

*塩川 和夫[1]、西 勝輝[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

15:45 ~ 16:00

[PEM10-02] Formation and Evolution of Polar Cap Ionospheric Patches and Their Associated Upflows and Scintillations: A Review

★Invited Papers

*Qing-He Zhang[1]、Zan-Yang Xing[1]、Yong Wang[1]、Yu-Zhang Ma[1] (1.Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China)

16:00 ~ 16:15

[PEM10-03] Global ionospheric disturbances during the 6-10 September 2017 solar storms

★Invited Papers

*Shunrong Zhang[1] (1.MIT Haystack Observatory)

16:15 ~ 16:30

[PEM10-04] Multiscape Coupling of Sub-auroral Polarization Streams

*西谷 望[1]、堀 智昭[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

16:30 ~ 16:45

[PEM10-05] Scale sizes of mass density enhancements inferred from accelerometer measurements

*Yanshi Huang[1]、Cheryl Huang[2] (1.Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China、2.Space Physics Directoriate, Air Force Research Laboratory, Kirtland AFB, USA)

16:45 ~ 17:00

[PEM10-06] **Meso-scale forcing in the upper atmosphere: sources and impacts**

*Yue Deng[1]、Qingyu Zhu[1]、Cissi Lin[1] (1.University of Texas at Arlington)

Auroral fragmentation into patches and pressure balance condition in the source magnetosphere

*塩川 和夫[1]、西 勝輝[1]
*Kazuo Shiokawa[1], Katsuki Nishi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

The auroral fragmentation into patches has been reported by Shiokawa et al. (JGR, 2010; 2014) as finger-like structures developed in the diffuse aurora with horizontal scale sizes of 5-25 km (small scale) and 40-100 km (large scale). The development of these finger-like structures divides the diffuse aurora into patches. Thus we call it as the auroral fragmentation which is a cause of the patchy auroral structures in the diffuse aurora. Hashimoto et al. (JGR, 2015) made a statistical analysis of these auroral finger-like structures and found their occurrence rates of 13% and 4 % for large- and small-scale events, respectively. They also indicated that the finger-like structures tend to occur at the beginning of the substorm recovery phase in the post-midnight and dawn sectors. The auroral finger-like structure suggests the development of pressure-driven instability in the magnetosphere. Recently Nishi et al. (JGR, 2017) made the first conjugate measurement of the auroral finger-like structures with the THEMIS-E satellite at ~8 Re in the magnetosphere. They found clear anti-phase oscillations between the magnetic and plasma pressures in the post-midnight plasma sheet. This anti-phase variation is consistent with the idea of the pressure-driven instability. On the other hand, Nishi et al. (JGR, 2018a) reported that a conjugate event with the RBSP-A satellite at ~5.5 Re does not show systematic phase relationship between the magnetic and plasma pressures. Then Nishi et al. (JGR, 2018b) investigate statistical features of the phase relationship between magnetic and plasma pressures using two-year THEMIS-E observations in the nightside plasma sheet and obtained a high occurrence of the anti-phase oscillations between the magnetic and plasma pressures. In the presentation, we will review these recent results on the auroral fragmentation and pressure balance condition in the source magnetosphere, and discuss possible physical mechanism that contributes these phenomena.

References:
1. Shiokawa, K., A. Nakajima, A. Ieda, K. Sakaguchi, R. Nomura, T. Aslaksen, M. Greffen, and E. Donovan (2010), Rayleigh-Taylor type instability in auroral patches, J. Geophys. Res., 115, A02211, doi:10.1029/2009JA014273.
2. Shiokawa, K., et al. (2014), Auroral fragmentation into patches, J. Geophys. Res. Space Physics, 119, doi:10.1002/2014JA020050.
3. Hashimoto, A., K. Shiokawa, Y. Otsuka, S.-i. Oyama, S. Nozawa, T. Hori, M. Lester, and M. G. Johnsen (2015), Statistical study of auroral fragmentation into patches, J. Geophys. Res. Space Physics, 120, 6207-6217, doi:10.1002/2015JA021000.
4. Nishi, K., K. Shiokawa, and D. Fruehauff (2017), Conjugate observation of auroral finger-like structures by ground-based all-sky cameras and THEMIS satellites, J. Geophys. Res. Space Physics, 122, doi:10.1002/2016JA023774.
5. Nishi, K., K. Shiokawa, and H. Spence (2018a), Magnetospheric source region of auroral finger-like structures observed by the RBSP-A satellite, J. Geophys. Res., 123, doi: 10.0002/2018JA025480.
6. Nishi, K., K. Shiokawa, K.-H. Glassmeier, and J. Z. D. Mieth (2018b), Statistical study of phase relationship between magnetic and plasma pressures in the near-earth nightside magnetosphere using the THEMIS-E satellite, J. Geophys. Res., 123, doi: 10.0002/2018JA025846.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：オーロラの破砕、磁気圏圧力バランス、ディフューズオーロラ
Keywords: auroral fragmentation into patches, pressure balance in the magnetosphere, diffuse aurora

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Formation and Evolution of Polar Cap Ionospheric Patches and Their Associated Upflows and Scintillations: A Review

*Qing-He Zhang[1], Zan-Yang Xing[1], Yong Wang[1], Yu-Zhang Ma[1]

1. Institute of Space Sciences, Shandong University, Weihai, China

Polar cap patches are common phenomena, especially during southward interplanetary magnetic field (IMF) conditions, in the polar ionosphere. We summarized the recent new progress about the formation and evolution of patches as well as their impact on the magnetosphere-ionosphere-thermosphere (M-I-T) coupling processes and space weather. The dayside reconnection and bursty sunward return flows produced by the modulation of nightside reconnection, are confirmed as the dominated mechanisms to separate the entering ionization into islands (patches). The patches evolve along streamlines of the Dungey convection cycle from the dayside to the nightside and exit the polar cap modulated by pulsed nightside reconnection. However, they slowly move and rapidly fade away behind a lobe “reverse” convection cell when the IMF suddenly changed to northward. Rapidly moving patches are associated with clear ion upflows due to frictional heating and offer more upwelling ion fluxes. Patches often produce significant scintillations due to strong density gradients at their edges, especially during their merging into the auroral oval, which will result in variable disturbances to High Frequency (HF) radio communications, over-the-horizon radar location errors, disruption and errors to satellite navigation and communication.

Keywords: Polar cap patches, Magnetosphere-ionosphere coupling, Ion upflows, Ionospheric scintillations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Global ionospheric disturbances during the 6-10 September 2017 solar storms

*Shunrong Zhang[1]

1. MIT Haystack Observatory

Solar activity during the period of 6-10 September 2017 is characterized with a series of very strong flares and powerful coronal mass ejections (CMEs). Observations indicate more than two dozens of M-class and 4 X-class flares being emmitted from the solar Active Region 12673. In particular, one of these flares led to a halo-type CME which traveled earth-bound at ~1570 km/s apparent speed. With the arrival of this CME, IMF Bz turned to southward and reached a minimum of -30 nT at 23:25 UT on 7 September, triggering a Kp 8 geomagnetic storm with a sudden commencerment at ~2300 UT and a minimum Dst ~ -150 nT near 0100 UT on 8 September. These conditions caused very significant geospace disturbances, in particular, ionospheric disturbances with various spatial and temporal scales. In this presentation, we report flare induced ionospheric perturbations and post-flare traveling ionospheric disturbances (TIDs), storm-enhanced density (SED) plumes at subauroral and high latitudes of the dayside ionosphere, subauroral polarization streams (SAPs), and large scale TIDs over the globe. Our discussion will focus on some unique post-flare ionospheric oscillation and TID features, TIDs at high latitudes, and gigantic cross-hemispheric ionospheric electron density depletion channels. This study is based primarily on ground-based GNSS and Millstone Hill incoherent scatter radar observations.

Keywords: geospace storm, solar flare, traveling ionospheric disturbance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multiscape Coupling of Sub-auroral Polarization Streams

*西谷 望[1]、堀 智昭[1]
*Nozomu Nishitani[1], Tomoaki Hori[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Sub-Auroral Polarization Streams (SAPS) are fast westward flows slightly equatorward of the auroral precipitation boundary, and manifestations of magnetosphere-coupling processes. Recenty it was shown that SAPS sometimes contain perturbation in westward speed, typically with temporal scale of a few minutes (e.g., Hori et al., GRL, 2018). However, it has not yet been clear how small the temporal scales of these perturbations can be and how perturbations with different temporal scales are related to each other. In this paper, multiscape coupling of the sub-auroral polarization streams will be studied, using multiple events observed mainly by the SuperDARN Hokkaido East / West radars.

キーワード：スケール間結合、SuperDARN北海道-陸別第一・第二レーダー、サブオーロラ帯高速プラズマ流(SAPS)
Keywords: multiscale coupling, SuperDARN Hokkaido East / West radars, sub-auroral polarization stream (SAPS)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Scale sizes of mass density enhancements inferred from accelerometer measurements

*Yanshi Huang[1], Cheryl Huang[2]

1. Harbin Institute of Technology, Shenzhen, China, 2. Space Physics Directoriate, Air Force Research Laboratory, Kirtland AFB, USA

The spatial scale sizes of neutral mass density enhancements inferred from the accelerometer measurements on CHAMP and GRACE satellites are analyzed. Density enhancements are found as the peaks with more than 30% above the average density baseline fitted over a 90 degree magnetic latitude window. The widths of mass density peaks are defined in two different methods, one using the maximum above the average density baseline, the other method using the two minima surrounding each one density peak above a threshold value. We study various cases including one-peak and multi-peak cases using high-resolution density data from year 2002 to 2010. The results give a statistical understanding of the scale sizes of the density enhancements observed at high and polar latitudes. The scale sizes using the baseline are rather independent of solar activity, and the average is over 2500 km, whereas the scale sizes using adjacent density minima vary with solar activity, and the mean value is more than 1000 km. No significant different results are found between northern and southern hemisphere. We also investigate the impact of these mass density peaks on the orbit-averaged densities.

Keywords: neutral mass density , accelerometer measurements , CHAMP and GRACE satellites , spatial scale sizes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Meso-scale forcing in the upper atmosphere: sources and impacts

*Yue Deng[1], Qingyu Zhu[1], Cissi Lin[1]

1. University of Texas at Arlington

We present a systematical study crossing both data analysis and model simulation to improve the specification of the energy and momentum inputs into the ionosphere-thermosphere (IT) system, especially at the meso-scale, and the system response. Our results are organized in two parts. First, two-years of Swarm satellite field-aligned current (FAC) data have been analyzed in order to study the distributions of mean pattern and variability of FACs on different scales (small scale: <150 km; mesoscale: 100~500 km; large scale: >500 km). The FAC distributions are then implemented in the Global Ionosphere-Thermosphere Model (GITM) to assess relative contributions of FACs at different scales to Joule heating. To enhance our capability to directly simulate the meso- and small-scale structures, GITM has been improved with a local patch grid refinement capability. Utilizing GITM with the new grid structure, the meso- and small-scale gravity wave perturbations have been included at the lower boundary of GITM to simulate the influence of meso- and small-scale gravity waves on the upper atmosphere.

Keywords: Meso-scale forcing , upper atmosphere, Joule heating, Gravity waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:Antti Pulkkinen(NASA/GSFC)

We share the latest scientific papers to understand how the solar-terrestrial environment changes in various time scales, and to discuss how we will react via international and interdisciplinary collaborations. More specifically, welcomed papers include space climate studies to reconstruct long-term variations from radio isotopes; cutting-edge observational and modeling studies of the ionosphere, geospace, heliosphere and the sun; simulation and statistical studies to predict the future space weather and space climate; applied science such as operational space weather forecast and mitigation of the social impact due to extreme space hazards.

9:00 ~ 9:15

[PEM12-01] NASA Heliophysics Division Space Weather Update

★Invited Papers

*Nicola Justine Fox[1] (1.NASA Headquarters)

9:15 ~ 9:30

[PEM12-02] NOAA's Current and Future Space Weather Architecture

★Invited Papers

*Elsayed R Talaat[1] (1.NOAA National Environmental Satellite, Data, and Information Service)

9:30 ~ 9:45

[PEM12-03] Community Coordinating Modeling Center (CCMC): A hub for collaborative assessment and improvement of space weather capabilities.

★Invited Papers

*Maria M Kuznetsova[1]、M. Leila Mays[1]、Edward J Semones[2]、Peter J Macneice[1]、Lutz Rastaetter[1]、Ja Soon Shim[1]、Yihua Zheng[1]、Katherine Garcia-Sage[1]、Joycelyn Jones[1]、Yaireshka m Collado-Vega[1]、Richard E Mullinix[1]、Chiu Wiegand[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center、2.NASA Johnson Space Center)

9:45 ~ 10:00

[PEM12-04] Different flux evolutions of relativistic electrons of the outer belt associated with high-speed coronal hole streams; Arase and Van Allen Probes observations

*三好 由純[1]、栗田 怜[1]、片岡 龍峰[2]、齊藤 慎司[1]、Jordanova Vania[3]、篠原 育[4]、三谷 烈史[4]、高島 健[4]、東尾 奈々[4]、笠原 慧[5]、横田 勝一郎[6]、堀 智昭[1]、桂華 邦裕[5]、笠原 禎也[7]、松田 昇也[4]、熊本 篤志[8]、土屋 史紀[8]、小路 真史[1]、松岡 彩子[1]、寺本 万里子[1]、Spence Harlan[9]、Reeves Geoff[3]、Baker Daniel[10] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立極地研究所、3.ロスアラモス国立研究所、4.宇宙航空研究開発機構、5.東京大学、6.大阪大学、7.金沢大学、8.東北大学、9.ニューハンプシャー大学、10.コロラド大学)

10:00 ~ 10:15

[PEM12-05] Study on the predictability of imminent giant solar flares based on the theory of double-arc instability

*草野 完也[1]、伊集 朝哉[2]、伴場 由美[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立天文台)

10:15 ~ 10:30

[PEM12-06] Update of space weather research and operation activities in NICT

*石井 守[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

NASA Heliophysics Division Space Weather Update

*Nicola Justine Fox[1]

1. NASA Headquarters

NASA is a mission driven agency whose science mission is focused on discovering the secrets of the universe, looking for life elsewhere, and safeguarding and improving life on Earth. Heliophysics plays a key role in every aspect of the NASA science mission, including understanding the drivers of and enabling the prediction of space weather. Heliophysics has an established research program that motivates and funds solar and space physics, which is the essence and foundation of space weather research. Recently, the Heliophysics Division established a Space Weather Science Applications Program, SnAP. The objective of this competed program is to enable the transition of the knowledge and understanding of space weather to operation environments, by partnering with sister agencies, the commercial sector, and academia. SnAP leverages relevant NASA capabilities to reach this objective. This talk provides an overview of space weather research and SnAP in the NASA Heliophysics Division

Keywords: Heliophysics, Space Weather, Sun Earth Connections, Sun, Solar Wind, Magnetosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

NOAA's Current and Future Space Weather Architecture

*Elsayed R Talaat[1]

1. NOAA National Environmental Satellite, Data, and Information Service

NOAA observational responsibilities in support of space weather forecasting are in the context of significant, numerous, complementary international and domestic efforts. Each measurement plays a unique role at different phases of the forecasting or event characterization process. This paper overviews the current suite of observation that NOAA maintains and utilizes on various platforms, NOAA's forecasting capability, contributions to research efforts, and the status of the NOAA/NESDIS plan forward efforts for the Space Weather Follow-On (SWFO) program to provide needed continuity. This paper will also brief the NOAA space weather goals within the NOAA Satellite Observing System Architecture.

Keywords: space weather, coronagraph, energetic particles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Community Coordinating Modeling Center (CCMC): A hub for collaborative assessment and improvement of space weather capabilities.

*Maria M Kuznetsova[1], M. Leila Mays[1], Edward J Semones[2], Peter J Macneice[1], Lutz Rastaetter[1], Ja Soon Shim[1], Yihua Zheng[1], Katherine Garcia-Sage[1], Joycelyn Jones[1], Yaireshka m Collado-Vega[1], Richard E Mullinix[1], Chiu Wiegand[1]

1. NASA Goddard Space Flight Center, 2. NASA Johnson Space Center

The Community Coordinated Modeling Center (CCMC, http://ccmc.gsfc.nasa.gov) was established at the end of past millennium as a multi-agency strategic investment in the US space weather program. The CCMC has two main goals: 1) to support space weather research and model development aiming to advance understanding of space weather phenomena and to improve forecasting; 2) to facilitate development of space weather applications and deployment of operational capabilities. The CCMC hosts a rapidly growing collection of space weather models and applications, provides simulations services to the international research community through a one-of-a-kind runs-on-request system, and maintains real-time simulations and perpetual archives of space weather information streams. In support of NASA missions, the CCMC provides support for mission planning, develops applications for space weather monitoring and forecasting, and provides space environment analysis services. In partnership with NASA Space Radiation Analysis Group (SRAG) and international modeling community the CCMC is building a flexible system for Solar Proton Event (SPE) risk assessment and forecasting in support of human exploration. Unbiased testing, evaluating and prototyping of new models and forecasting techniques for potential transition to operational organizations (R2O) is one of the primary CCMC functions. To establish internationally recognized metrics and benchmarks the CCMC initiated an international community-wide Forum for Space Weather Capabilities Assessment. Guided by the unfolding activities of Forum working teams as well as by the needs of operational agencies and end users to quantify and track improvements over time, the CCMC has begun to develop an extensive information technology infrastructure to support validation activities through a centralized database and an interactive web-based framework. The presentation will highlight the recent progress and discuss opportunities for international research initiatives aiming to improve space weather forecasting capabilities.

Keywords: space weather, models, assessment, Solar Proton Event

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Different flux evolutions of relativistic electrons of the outer belt associated with high-speed coronal hole streams; Arase and Van Allen Probes observations

*三好 由純[1]、栗田 怜[1]、片岡 龍峰[2]、齊藤 慎司[1]、Jordanova Vania[3]、篠原 育[4]、三谷 烈史[4]、高島 健[4]、東尾 奈々[4]、笠原 慧[5]、横田 勝一郎[6]、堀 智昭[1]、桂華 邦裕[5]、笠原 禎也[7]、松田 昇也[4]、熊本 篤志[8]、土屋 史紀[8]、小路 真史[1]、松岡 彩子[1]、寺本 万里子[1]、Spence Harlan[9]、Reeves Geoff[3]、Baker Daniel[10]
*Yoshizumi Miyoshi[1], Satoshi Kurita[1], Ryuho Kataoka[2], Shinji Saito[1], Vania Jordanova[3], Iku Shinohara[4], Takefumi Mitani[4], Takeshi Takashima[4], Nana Higashio[4], Satoshi Kasahara[5], Shoichiro Yokota[6], Tomoaki Hori[1], Kunihiro Keika[5], Yoshiya Kasahara[7], Shoya Matsuda[4], Atsushi Kumamoto[8], Fuminori Tsuchiya[8], Masafumi Shoji[1], Ayako Matsuoka[1], Mariko Teramoto[1], Harlan Spence[9], Geoff Reeves[3], Daniel Baker[10]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立極地研究所、3. ロスアラモス国立研究所、4. 宇宙航空研究開発機構、5. 東京大学、6. 大阪大学、7. 金沢大学、8. 東北大学、9. ニューハンプシャー大学、10. コロラド大学
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. NIPR, 3. Los Alamos National Laboratory, 4. JAXA, 5. University of Tokyo, 6. Osaka University, 7. Kanazawa University, 8. Tohoku University, 9. University of New Hampshire, 10. University of Colorado

Relativistic and ultra-relativistic electrons increase largely during the high-speed coronal hole streams, and the enhanced flux levels are controlled by the solar wind speed and the prolonged southward IMF. Such flux enhancements associated with high-speed streams have been observed by Arase/HEP and XEP instruments as well as Van Allen Probes/MagEIS and REPT. Some coronal hole streams produce large flux enhancement of both relativistic and ultra-relativistic electrons, while other coronal holes produce large flux enhancement of relativistic electrons (~2 MeV) but do not produce enhancement of ultra-relativistic electrons. In this presentation, we will show evolutions of the energy spectrum of relativistic electrons during the coronal hole streams and discuss how evolutions of the energy spectrum are related to chorus wave activities that are derived from Arase/PWE measurements and the proxy data from the low-altitude satellite data.

キーワード：放射線帯、あらせ、太陽風-磁気圏相互作用
Keywords: radiation belts, Arase, Sun-Earth Connection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study on the predictability of imminent giant solar flares based on the theory of double-arc instability

*草野 完也[1]、伊集 朝哉[2]、伴場 由美[1]
*Kanya Kusano[1], Tomoya Iju[2], Yumi Bamba[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立天文台
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. NAOJ

Solar flares are catastrophic explosions in the solar corona and sometimes may cause a severe space weather disaster in geo-space and the infrastructure. Although many efforts have been taken for understanding and predicting the onset of solar flares, it is still difficult to accurately predict when, where and how large giant solar flares will occur. Here, we propose a new type of solar flare prediction scheme called the κ-scheme. The κ-scheme is the totally physics-based prediction, and it is capable of providing the information of the location as well as the energy of imminent giant solar flares. The prediction is performed by evaluating how small reconnection can trigger the onset of the double-arc instability, which was recently proposed as the initial driver of solar flares by Ishiguro and Kusano (2017), using the nonlinear force-free field extrapolation. We carried out the analysis of more than 200 active regions in the solar cycle 24 by applying the κ-scheme to the SDO/HMI data. The result shows that most of the imminent giant solar flares larger than the GOES X2 class are predictable with the κ-scheme.

キーワード：太陽フレア、予測、宇宙天気
Keywords: solar flares, prediction, space weather

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Update of space weather research and operation activities in NICT

*石井 守[1]
*Mamoru Ishii[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

Since September 6 2017, when X9.3 solar flare occured most of Japanese people were scared of it, the situation of Japanese spacw weather operation has been changed so much. The ionosphere observing network has been set more robustly with dual systems. A back up center of space weather information service has been installed at NICT Kobe branch. In addition, we will begin 24/7 operation of space weather forecast services in FY2019.We have been collaborating with academic researchers under the framework of PSTEP which will finish the end of FY2019. Through the activities, we have provided some applications for better service than before. A radio propagatoin simulator, HF-START, and the estimation system of human radiation on flight, WASAVIES will be up on our web soon. In addition, we continue to discuss hazardous map against severe space weather disasters, which will be published within a year.I would like to share our information and have close cooperation with Asia Oceania space weather researchers and operators.

キーワード：宇宙天気予報、AOSWA、社会影響
Keywords: Space Weather forecast, AOSWA, social impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:片岡 龍峰(国立極地研究所)

We share the latest scientific papers to understand how the solar-terrestrial environment changes in various time scales, and to discuss how we will react via international and interdisciplinary collaborations. More specifically, welcomed papers include space climate studies to reconstruct long-term variations from radio isotopes; cutting-edge observational and modeling studies of the ionosphere, geospace, heliosphere and the sun; simulation and statistical studies to predict the future space weather and space climate; applied science such as operational space weather forecast and mitigation of the social impact due to extreme space hazards.

10:45 ~ 11:00

[PEM12-07] Commercial Space Weather Activities From a USA small Business Perspertive

★Invited Papers

*Chigomezyo Mudala Ngwira[1]、Geoff Crowley[1]、Chad Fish[1] (1.Atmospheric and Space Technology Research Associates, LLC)

11:00 ~ 11:15

[PEM12-08] Development of coronal mass ejection arrival time forecasting system using interplanetary scintillation observations

★Invited Papers

*岩井 一正[1]、塩田 大幸[2]、徳丸 宗利[1]、藤木 謙一[1]、田 光江[2]、久保 勇樹[2] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2.情報通信研究機構)

11:15 ~ 11:30

[PEM12-09] Development of real-time prediction system of CME arrival and magnetic field with SUSANOO-CME MHD simulation

*塩田 大幸[1,2]、八代 誠司[3]、岩井 一正[2] (1.国立研究開発法人 情報通信研究機構、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.米国カトリック大学)

11:30 ~ 11:45

[PEM12-10] The Role of a Tiny Brightening in a Huge Geo-effective Solar Eruption Leading to the St Patrick's Day Storm

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、林 啓志[1,3,4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3.Key Laboratory of Solar Activity, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences、4.State Key Laboratory for Space Weather, National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences)

11:45 ~ 12:00

[PEM12-11] Critical Parameters of Photospheric Magnetic Field to Produce Eruptive Solar Flares and CMEs in Active Regions

*林 沛萱[1]、草野 完也[1]、塩田 大幸[2]、井上 諭[1]、KD レカ[1,3]、水野 雄太[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立研究開発法人　情報通信研究機構、3.ノースウエスト　リサーチ　アソシエーツ)

12:00 ~ 12:15

[PEM12-12] Simulation study on internal velocity field variation of eruptive prominence

★Invited Papers

*金子 岳史[1]、草野 完也[1] (1.名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

Commercial Space Weather Activities From a USA small Business Perspertive

*Chigomezyo Mudala Ngwira[1], Geoff Crowley[1], Chad Fish[1]

1. Atmospheric and Space Technology Research Associates, LLC

This talk offers a brief overview of ASTRA (Atmospheric and Space Technology Research Associates), a small business company based in Louisville, Colorado USA. ASTRA was born out of the vision for applying fundamental space physics knowledge to real-world problems. Its motto is Science + Technology + Applications –Bringing it all together. Founded in 2005, ASTRA has become a system design and technology development company. ASTRA is a leader in the “New Space” small satellite revolution specializing in miniaturized sensors, and data modeling and analytics for the government and commercial customers. ASTRA leverages its scientific and engineering expertise to develop unique solutions in HF radar and radio, GPS systems, satellite remote sensing, CubeSats/Smallsats, and LiDAR. ASTRA's technical background spans fundamental space physics disciplines of the upper atmosphere, data analysis and modeling of the complex coupling of the meso-iono- thermosphere, as well as LEO constellation design, spacecraft design, instrument sensor design and manufacture, and space to earth communications.

Keywords: Space Weather, Commercial activities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of coronal mass ejection arrival time forecasting system using interplanetary scintillation observations

*岩井 一正[1]、塩田 大幸[2]、徳丸 宗利[1]、藤木 謙一[1]、田 光江[2]、久保 勇樹[2]
*Kazumasa Iwai[1], Daikou Shiota[2], Munetoshi Tokumaru[1], Ken'ichi Fujiki[1], Mitsue Den[2], Yûki Kubo[2]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、2. 情報通信研究機構
1. Institute for Space–Earth Environmental Research (ISEE), Nagoya University, 2. National Institute of Information and Communications

Coronal mass ejections (CMEs) sometimes cause disturbances in the environment of the Earth. However, prediction of the arrival of CMEs still remains a challenge. We have developed a data assimilation forecasting system of the CME arrival time by combining radio interplanetary scintillation (IPS) observations and a global magnetohydrodynamic (MHD) simulation of the inner heliosphere. In this system, the initial speed of a CME is roughly derived from the white light coronagraph observations. Then, the propagation of the CME is calculated by global MHD simulation (Shiota et al. submitted in this session). The IPS is estimated by the three-dimensional density distribution of the inner heliosphere derived from the MHD simulation. The estimated IPS is compared with the actual IPS observation made by the Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University. The estimated IPS shows good agreement with the observed IPS. We demonstrated the working of the simulation system using a typical halo CME event generated by a X9.3 flare observed on September 5, 2017. We found that the CME simulation that estimates IPS most similar to the observation can most accurately predict the time of arrival of the CME to the Earth. These results suggest that the accuracy of the CME arrival time will be improved if the current MHD simulations include IPS data.

キーワード：コロナ質量放出（CME）、宇宙天気予報、惑星間空間シンチレーション（IPS）、データ同化
Keywords: coronal mass ejection (CME), space weather forecasting, interplanetary scintillation (IPS), data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of real-time prediction system of CME arrival and magnetic field with SUSANOO-CME MHD simulation

*塩田 大幸[1,2]、八代 誠司[3]、岩井 一正[2]
*Daikou Shiota[1,2], Seiji Yashiro[3], Kazumasa Iwai[2]

1. 国立研究開発法人 情報通信研究機構、2. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3. 米国カトリック大学
1. National Institute of Information and Communications Technology (NICT), 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Catholic University

The predictions of CME arrival to the Earth and the southward magnetic field brought by the CMEs are one of crucial tasks for space weather forecast.
We have developed an MHD simulation capable of reproducing the interplanetary propagation of multiple CMEs with internal magnetic flux rope (Shiota & Kataoka 2016) called as SUSANOO-CME. The simulation solves propagation of solar wind and CMEs in the inner heliosphere from 25 solar radii where all the balk flow exceeds fast mode speed. The information of solar wind and CME is specified at the inner boundary with empirical and analytical models using real-time observations of the Sun and the corona.
Recently, we have been constructing a new prediction system of CME impacts (CME arrival and magnetic field) utilizing SUSANOO-CME with the real-time solar observations for the purpose of use in space weather forecast in NICT. The system is capable of preforming ensemble simulation with different sets of multiple CME input parameters, which is controlled from web-browser based interfaces. The results of ensemble simulation can be evaluated with real-time IPS observation in Nagoya University (the detail is reported by Iwai et al. submitted in this session). We will report the current status of the development and discuss the future directions.

キーワード：宇宙天気予報、コロナ質量放出、太陽風
Keywords: Space weather forecast, CME, solar wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Role of a Tiny Brightening in a Huge Geo-effective Solar Eruption Leading to the St Patrick's Day Storm

*伴場 由美[1,2]、井上 諭[1]、林 啓志[1,3,4]
*Yumi Bamba[1,2], Satoshi Inoue[1], Keiji Hayashi[1,3,4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、3. Key Laboratory of Solar Activity, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences、4. State Key Laboratory for Space Weather, National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences
1. Institute for Space-Earth Environmental Research/Nagoya University, 2. Institute if Space and Astronautical Science/Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Key Laboratory of Solar Activity, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, 4. State Key Laboratory for Space Weather, National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences

The largest magnetic storm in solar cycle 24 was caused by a fast coronal mass ejection (CME) that was related to a small C9.1 flare that occurred on 15 March 2015 in solar active region (AR) NOAA 12297. The purpose of this study is to understand the onset mechanism of the geo-effective huge solar eruption. We focused on the C2.4 flare that occurred prior to the C9.1 flare of the filament eruption. The magnetic field structure in the AR was complicated: there were several filaments including the one that erupted and caused the CME. We hence carefully investigated the photospheric magnetic field, brightenings observed in the solar atmosphere, and the three-dimensional coronal magnetic field extrapolated from nonlinear force-free field modeling, using data from *Hinode* and *Solar Dynamics Observatory*. We found three intriguing points : (1) There was a compact but noticeably highly twisted magnetic field structure that is represented by a small filament in the C2.4 flaring region, where a tiny precursor brightening was observed before the C2.4 flare. (2) The C2.4 flaring region is located in the vicinity of a foot point of the closed field that prohibits the filament from erupting. (3) The filament shows a sudden eruption after the C2.4 flare and accompanying small filament eruption. From our analysis, we suggest that a small magnetic disturbance that was represented by the tiny precursor brightening at the time of the C2.4 flare is related to the trigger of the huge filament eruption.

キーワード：St Patrick's Day Storm、Solar Flares、Filament Eruption、Hinode、Solar Dynamics Observatory
Keywords: St Patrick's Day Storm, Solar Flares, Filament Eruption, Hinode, Solar Dynamics Observatory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Critical Parameters of Photospheric Magnetic Field to Produce Eruptive Solar Flares and CMEs in Active Regions

*林 沛萱[1]、草野 完也[1]、塩田 大幸[2]、井上 諭[1]、KD レカ[1,3]、水野 雄太[1]
*Pei Hsuan Lin[1], Kanya Kusano[1], Daikou Shiota[2], Satoshi Inoue[1], KD Leka[1,3], Yuta Mizuno[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立研究開発法人　情報通信研究機構、3. ノースウエストリサーチアソシエーツ
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. NorthWest Research Associates

Solar flares and coronal mass ejections (CMEs) are eruptive phenomena caused by magnetic field in the solar corona. In particular, large eruptive events originate in active regions (AR) on the solar surface. However, it is still unclear what determines the capability of an AR to produce eruptive flares and CMEs, and it hinders our ability to predict CMEs. In this study, we propose a new parameter r_m to measure the possibility that a flare on an AR can be eruptive and produce a CME. The parameter r_m is defined by the ratio of the magnetic flux of twist higher than a threshold T_c to the overlying magnetic flux. The value of rm for each AR can be estimated using the nonlinear force-free field (NLFFF) extrapolation. Based on the data obtained by the Solar Dynamics Observatory (SDO)/Helioseismic and Magnetic Imager (HMI), we calculated the values of r_m for 29 ARs at 51 times before to flares larger than M5.0 class. We find that the foot-point of field lines with twist larger than 0.2 can well represent the flare ribbons, and we thus evaluated r_m for T_c=0.2 as a critical parameter for producing eruptive flares and CMEs using discriminant analysis. The result shows that r_m is moderately able to discriminate ARs which have capability to produce CME-accompanied flares.

キーワード：太陽物理、コロナ磁場、コロナ質量放出、太陽フレア
Keywords: solar physics, coronal magnetic field, coronal mass ejection, solar flare

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simulation study on internal velocity field variation of eruptive prominence

*金子 岳史[1]、草野 完也[1]
*Takafumi Kaneko[1], Kanya Kusano[1]

1. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Solar prominences, cool dense plasma clouds in the hot tenuous corona, sometimes erupt and evolve into coronal mass ejections. Prominence eruptions have attracted interest in the researches of space weather as well as solar physics. It is known that the interior of prominences is turbulent. Recent observational statistical studies reported that standard deviation of the Doppler velocity in the eruptive prominences started to increase several hours before eruptions even when the mean velocity was nearly zero. This finding is useful to predict prominence eruptions; however, the physical relationship between the magnetically-driven eruptive mechanisms (i.e., magnetohydrodynamic instabilities) and the internal velocity field variation of prominence has not been revealed.
In this study, we performed three-dimensional magnetohydrodynamic simulation including gravity, radiative cooling, and thermal conduction to reproduce eruption of turbulent prominence. In our simulation, a bipolar magnetic field is randomly introduced along the polarity inversion line of the sheared coronal arcade field. A magnetic flux rope is created by reconnection between the bipole and the coronal arcade field. Cool dense prominence is formed in the flux rope by radiative condensation. The prominence erupts after the flux rope exceeds the critical height of torus instability. Before the eruption, the height of flux rope axis monotonically increases; however, the velocity field inside the prominence has complicated distribution containing both upflows and downflows. We confirmed that the increase in standard deviation of the vertical velocity is quantitatively consistent with the observational results. To investigate the relationship with the magnetic field, we compared the histogram of the velocity components perpendicular and parallel to the magnetic field. As a result, we found that the upflows and downflows stem from perpendicular and parallel velocity, respectively. This result indicates that upflows and downflows are driven by Lorentz force and gravity along magnetic field, respectively. We also found that the increase in standard deviation of perpendicular velocity is larger than that of parallel velocity, suggesting that the increase in standard deviation of vertical velocity is caused mainly by increase in Lorentz force.

キーワード：太陽プロミネンス, フィラメント、プロミネンス噴出
Keywords: solar prominences, filaments, prominence eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:Antti Pulkkinen(NASA/GSFC)

We share the latest scientific papers to understand how the solar-terrestrial environment changes in various time scales, and to discuss how we will react via international and interdisciplinary collaborations. More specifically, welcomed papers include space climate studies to reconstruct long-term variations from radio isotopes; cutting-edge observational and modeling studies of the ionosphere, geospace, heliosphere and the sun; simulation and statistical studies to predict the future space weather and space climate; applied science such as operational space weather forecast and mitigation of the social impact due to extreme space hazards.

13:45 ~ 14:00

[PEM12-13] オーロラ・ジェット電流の大きさは予測できるか？

★招待講演

*海老原 祐輔[1]、田中 高史[2]、上吉川 直輝[3] (1.京都大学生存圏研究所、2.九州大学、3.三菱電機)

14:00 ~ 14:15

[PEM12-14] Geoelectromagnetics with the Geophysical Instrument Combination of Hydro-Québec, AUTUMNX, and USArray Magnetotellurics

★Invited Papers

*Martin G Connors[1]、Sébastien Guillon[2]、Adam Schultz[3]、Naoto Imamura[3] (1.Athabasca University、2.Hydro-Québec TransÉnergie、3.Oregon State University)

14:15 ~ 14:30

[PEM12-15] Quantifying the Latitudinal Extent of the Aurorae During Large Geomagnetic Storms

*Sean Blake[1,2]、Antti Pulkkinen[1]、Pete Schuck[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center, Space Weather Laboratory, Greenbelt, Maryland, USA、2.Catholic University of America, Department of Physics, Washington DC, USA)

14:30 ~ 14:45

[PEM12-16] Simulation of Geomagnetically Induced Current (GIC) Flowing in 500 kV Power Grid in Japan Including a Three-Dimensional Ground Inhomogeneity

*中村 紗都子[1]、海老原 祐輔[1]、藤田 茂[2]、後藤 忠徳[3]、亘 慎一[4] (1.京都大学生存圏研究所、2.気象庁気象大学校、3.京都大学大学院工学研究科 、4.情報通信研究機構)

14:45 ~ 15:00

[PEM12-17] Reproducibility of the geomagnetically induced currents in Hokkaido with a two-layer conductivity model

*菊池 崇[1,2]、海老原 祐輔[2]、橋本 久美子[3]、亘 慎一[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.京都大学生存圏研究所、3.吉備国際大学、4.情報通信研究機構)

15:00 ~ 15:15

[PEM12-18] Fan-shaped aurora as seen from Japan during a great magnetic storm on 11 February 1958

*片岡 龍峰[1]、内野 志織[1]、藤原 康徳[1]、藤田 茂[1]、山本 和明[2] (1.国立極地研究所、2.国文学研究資料館)

オーロラ・ジェット電流の大きさは予測できるか？
Is intensity of auroral electrojet predictable?

*海老原 祐輔[1]、田中 高史[2]、上吉川 直輝[3]
*Yusuke Ebihara[1], Takashi Tanaka[2], Naoki Kamiyoshikawa[3]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 九州大学、3. 三菱電機
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. Kyushu University, 3. Mitsubishi Electric Corporation

A large amount of energy (of the order of 10^{11} W) is consumed in the auroral ionosphere as Joule dissipation during the substorm expansion phase. The origin of the energy consumed in the auroral ionosphere is in the solar wind, but the energy flow and conversion in between are problematic. Previously, the energy consumed in the ionosphere is thought to consist of the directly driven (DD) component and the loading and unloading (UL) component. The DD component is thought to respond to the magnetic energy entering the magnetosphere, and hence, the DD component is probably predictable. The UL component, on the other hand, is thought to be unpredictable because it might depend on the amount of released energy in the lobe. On the basis of the global magnetohydrodynamics (MHD) simulation, we show that the maximum intensity of the auroral electrojet (and the Joule dissipation rate) during the substorm expansion is well correlated with the magnetic energy entering the magnetosphere. The correlation coefficient between them is 0.90 (and 0.97). There are a few key reasons. First, the amount of the released energy from the lobe increases with the southward component of interplanetary magnetic field (SBZ) and the solar wind velocity, meaning that the amount of the released energy is regulated by the solar wind parameters. Secondly, the magnetic energy released from the lobe goes into the near-Earth reconnection region, and seems not to contribute significantly to the generation of the field-aligned current associated with the substorm expansion. Thirdly, the release of the energy lasts for ~10 minutes, whereas the auroral electrojet keeps developing for 15 minutes and more. Fourthly, 40-90% of the magnetic energy entering the magnetosphere comes from the solar wind kinetic energy for the southward IMF. About 2% of the entering energy goes into the ionosphere during the expansion phase. The ratio is almost independent of the solar wind condition. These simulation results may suggest that the maximum intensity of the auroral electrojet (and the Joule dissipation rate) is predictable when the magnetic energy entering the magnetosphere is adequately predicted.

キーワード：サブストーム、オーロラジェット電流、電磁流体シミュレーション
Keywords: Substorm, Auroral electrojet, MHD simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geoelectromagnetics with the Geophysical Instrument Combination of Hydro-Québec, AUTUMNX, and USArray Magnetotellurics

*Martin G Connors[1], Sébastien Guillon[2], Adam Schultz[3], Naoto Imamura[3]

1. Athabasca University, 2. Hydro-Québec TransÉnergie, 3. Oregon State University

Geoelectromagnetics is a term used by Bolduc et al. (2000) regarding a pioneering study in which electric fields near a part of the Hydro-Québec transmission network were measured during an intense auroral event. To fully characterize space weather effects on an electric power transmission network, we must proceed from the source currents and their variations, through the changing magnetic fields near Earth’s surface, to the electric fields induced in the Earth and to some extent in the conducting structures directly, to electric currents flowing in the grid, and finally to the effects of such currents, ranging from voltage distortion to possible equipment damage. The more data can be measured at each link in this complex chain, the better will be our ability to monitor current events in a precautionary manner and assess the robustness of the grid to varying levels of stress.

The Hydro-Québec network has had enhanced monitoring capabilities (as well as improved ability to deal with geomagnetic stresses) since 1989 (Guillon et al., 2016). The last link of the chain, effects, is able to be well quantified, especially through measures of voltage distortion. Direct measurements of transformer grounding currents, essentially the geomagnetically induced currents (GIC) themselves, are available at a few points. The AUTUMNX magnetic network (Connors et al., 2015) complemented grid instrumentation in Québec starting in 2014, and has produced a new view of the association of magnetic variations with signals in the grid. Magnetotellurics (MT) tends to operate in campaign mode, but also measures the electric field, including at relevant low frequencies, giving a more complete indication of the geoelectromagnetic environment while also providing measurements of the frequency dependent electromagnetic impedance of the ground, which can be used to reconstruct the electrical conductivity structure of the Earth’s crust and mantle.

We illustrate these comprehensive geoelectromagnetic measurements with the case of the magnetic storm of September 7-9 2017, during which the NSF EarthScope MT array installed by Oregon State University was operating in the northeastern US, near the Hydro-Québec grid, at a time when the electrojet had expanded southward. We find a close correlation of times of large magnetic field variation, measured electric fields, and harmonic distortion in the grid.

While we note the complications stressed by Love et al. (2018), we feel that the enhanced MT monitoring advocated by Love et al. (2016), would give more knowledge of geological structure and geoelectric response in northeastern North America. In this way, our understanding of GIC would be greatly improved, in the areas of understanding basic processes and hazard assessment.

Bolduc et al., A Study of Geoelectromagnetic Disturbances in Québec, 2. Detailed Analysis of a Large Event, IEEE Trans. Power Delivery, 15, 272-278 (2000)
Connors et al., The AUTUMNX Magnetometer Meridian Chain in Québec, Canada, Earth, Planets and Space, 68:2(21pp.) , doi:10.1186/s40623-015-0354-4 (2015)
Guillon et al., A Colorful Blackout: The Havoc Caused by Auroral Electrojet Generated Magnetic Field Variations in 1989, IEEE Power and Energy, doi: 10.1109/MPE.2016.2591760 (2016)
Love et al. Geoelectric hazard maps for the continental United States, Geophys. Res. Lett., 43, 9415–9424

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2016)
Love et al. Geoelectric hazard maps for the Pacific Northwest. Sp. Weather, 16, 1114–1127 (2018)

Keywords: space weather, geomagnetically induced currents, magnetometry, magnetotellurics, geomagnetic storms, instrument networks

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantifying the Latitudinal Extent of the Aurorae During Large Geomagnetic Storms

*Sean Blake[1,2], Antti Pulkkinen[1], Pete Schuck[1]

1. NASA Goddard Space Flight Center, Space Weather Laboratory, Greenbelt, Maryland, USA, 2. Catholic University of America, Department of Physics, Washington DC, USA

As geomagnetic storms grow larger, the extent of the auroral ovals can be seen to travel further towards the equator. During the famous Carrington event for example, the aurora was reportedly seen as far South as Cuba. Accompanying the auroras are large electric currents in the ionosphere. The magnetic signature of these ionospheric currents can be detected on the ground in magnetic observatories around the world in the form of increased magnetic variations. These variations can lead to large local geoelectric fields, posing a risk to the operation of power networks around the world.

It is therefore necessary to estimate the extent of the aurora and accompanying geoelectric fields during infrequent and large-scale (1-in-100 year) events. Using three decades of historical geomagnetic data from around the world, we have developed a method to detect and quantify the extent of the auroral oval (or latitude threshold) using ground-based data. We use this to statistically estimate the southernmost extent for storms with Dst values < -600 nT, as well as the geoelectric field strengths at these latitude thresholds.

In addition, building on the work by Ngwira et al. (2014) by using magnetospheric and ionospheric magnetohydrodynamic simulations, we simulate 'worst-case' scenario superstorms of different magnitudes. Applying our threshold detecion to the magnetic field outputs of these simulations enable us to estimate the latitude thresholds for storms of magnitudes not seen in the modern era.

Keywords: Aurora, Geomagnetism, Geostorms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simulation of Geomagnetically Induced Current (GIC) Flowing in 500 kV Power Grid in Japan Including a Three-Dimensional Ground Inhomogeneity

*中村 紗都子[1]、海老原 祐輔[1]、藤田 茂[2]、後藤 忠徳[3]、亘 慎一[4]
*Satoko Nakamura[1], Yusuke Ebihara[1], Shigeru Fujita[2], Tada-nori Goto[3], Shinichi Watari[4]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 気象庁気象大学校、3. 京都大学大学院工学研究科 、4. 情報通信研究機構
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University., 2. Meteorological College, Japan Meteorological Agency, 3. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 4. National Institute of Information and Communications Technology

We evaluate geomagnetically induced currents (GICs) flowing in the Japanese power grid during severe space weather by using several methods. First, the three-dimensional distribution of the geomagnetically induced electric field (GIE) was calculated by using the 3D finite-difference time-domain (FDTD) method with a three-dimensional electrical conductivity model constructed from a global relief model and a global map of sediment thickness. To simulate a time evolution of magnetic storms, the sheet current with its intensity inferred from the ground magnetic disturbance for famous magnetic storms is imposed. We compared the calculated GICs with the observed ones at substations around Tokyo, and found a certain agreement when the uneven distribution of GIE is incorporated with the simulation. The simulation result shows that GIE exhibits localized, uneven distribution that can be attributed to charge accumulation due to the inhomogeneous conductivity below the Earth's surface. The charge accumulation becomes large when the conductivity gradient vector is parallel, or anti-parallel to the incident electric field. For given GIE, we calculated the GICs flowing in a simplified 500 kV power grid network in Japan. The influence of the inhomogeneous ground conductivity on GIC appears to depend on a combination of the location of substations and the direction of the source current. Second, we assume conductivity anomaly simulating a plate boundary to test the effect of large-scale underground structure on GICs. We find that these structures may strongly enhance GIC just above them. Finally, we derive transfer functions between the GIC observation at 4 substations in Japan and geomagnetic field recorded at the Kakioka station. The transfer functions are not always applicable for Japanese GIC. We will discuss the validity of the assumption of uniform ground and influence of the time variation of earthing resistance of substations.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reproducibility of the geomagnetically induced currents in Hokkaido with a two-layer conductivity model

*菊池 崇[1,2]、海老原 祐輔[2]、橋本 久美子[3]、亘 慎一[4]
*Takashi Kikuchi[1,2], Yusuke Ebihara[2], Kumiko K. Hashimoto[3], Shinichi Watari[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 京都大学生存圏研究所、3. 吉備国際大学、4. 情報通信研究機構
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 3. Kibi International University, 4. National Institute of Information and Communications Technology

Watari et al. [SW 2009], based on the GIC measurements in Hokkaido, Japan (35.7 GM Lat), found that the GIC is well correlated with the y-component magnetic field (By) (correlation coefficients > 0.8) and poor correlations with Bx,z and dBx,y,z/dt. The good correlation between the GIC and By would help predict the GIC if we have capabilities of reproducing the magnetosphere-ionosphere currents responsible for ground magnetic disturbances. To use the GIC- By relationship for the GIC prediction, we need to clarify if the good correlation is valid for any period/time scale (T) of disturbances. To address this issue, we made correlation analyses for the geomagnetic sudden commencements and pulsations (T=1-10m), substorm positive bays (30m), quasi-periodic DP2 fluctuations (20-60m), and geomagnetic storms (1-20h) as well as quiet-time diurnal variations (3-12h). We found that the correlation is good for short period (cc > 0.8 for T < 1 h), but poor for long periods (cc < 0.3 for T > 6 hours). Using the conventional induction theory based on the Faraday’s, Ampere’s and Ohm’s laws, we calculated the electric field (GIE) induced by By as a convolution of dBy/dt and step response of a uniform conductor. The GIE is found to be better correlated with the GIC for the long-period disturbances (cc > 0.9), whereas the correlation with By remains better for short period disturbances. This result requires us to use two models depending on the period of disturbances. To obtain a model applicable to any period, we made constructed a two-layer model with higher conductivity on the top. We show that the two-layer model is capable of reproducing the GIC with high correlations (cc > 0.9) for any period of disturbances ranging from 1 min to 10 hours. It should be noted; however, the capability of the model may depend on the direction of the power transmission line relative to the coast line and also depend on the structure of the Earth’s conductivity.

キーワード：地磁気誘導電流、北海道、電気伝導度2層モデル
Keywords: geomagnetically induced current, Hokkaido, two-layer conductivity model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fan-shaped aurora as seen from Japan during a great magnetic storm on 11 February 1958

*片岡 龍峰[1]、内野 志織[1]、藤原 康徳[1]、藤田 茂[1]、山本 和明[2]
*Ryuho Kataoka[1], Shiori Uchino[1], yasunori Fujiwara[1], Shigeru Fujita[1], Kazuaki Yamamoto[2]

1. 国立極地研究所、2. 国文学研究資料館
1. National Institute of Polar Research, 2. National Institute of Japanese Literature

A fan-shaped aurora was photographed at Memambetsu, Hokkaido Japan during a great magnetic storm on Feb 11, 1958. This is the first and oldest photograph record of auroras as observed in Japan, and many hand-written drawings were also recorded at the same time during the February 1958 event, giving a rare opportunity of the coexistence of photograph images and hand-written drawings. In fact, the combination of photographs and drawings of the 1958 event reminds us of the great red aurora with fan-shaped white pillars as illustrated during other great magnetic storms in 1872 and in 1770. From the analysis of newly digitized microfilm data, it is also found that the fan-shaped aurora appeared during the peak activity of magnetic storm, and moved westward at 0.4 km/s at 400 km altitude at 38-40 deg magnetic latitudes, which is consistent with the enhanced convection pattern in middle latitude during storm time. Such a fan-shaped aurora can be a fundamental characteristic of middle-latitude evening-to-midnight auroras during great magnetic storms, which show the most destabilized transient appearance of the inner magnetosphere.

キーワード：オーロラ、磁気嵐、史料
Keywords: aurora, magnetic storm, historical records

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM12] Space Weather and Space Climate

コンビーナ:片岡 龍峰(国立極地研究所)、Antti A Pulkkinen(NASA Goddard Space Flight Center)、草野 完也(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、坂口 歌織(情報通信研究機構)、座長:草野 完也(名古屋大学)

We share the latest scientific papers to understand how the solar-terrestrial environment changes in various time scales, and to discuss how we will react via international and interdisciplinary collaborations. More specifically, welcomed papers include space climate studies to reconstruct long-term variations from radio isotopes; cutting-edge observational and modeling studies of the ionosphere, geospace, heliosphere and the sun; simulation and statistical studies to predict the future space weather and space climate; applied science such as operational space weather forecast and mitigation of the social impact due to extreme space hazards.

15:30 ~ 15:45

[PEM12-19] Application Usability Levels: Their evolution and eco-system

★Invited Papers

*Alexa Jean Halford[1]、Adam Kellerman[2]、Jeff Klenzing[3]、Katherine Garcia-Sage[3]、Brett A Carter[4]、Daniel T Welling[5]、Barbara Thompson[3]、Antti A Pulkkinen[3] (1.The Aerospace Corporation、2.UCLA、3.NASA/GSFC、4.RMIT、5.UT Arlington)

15:45 ~ 16:00

[PEM12-20] NICT宇宙天気予報センターにおける宇宙天気予報担当の業務

★招待講演

*酒井 光資[1]、鵜川 健太郎[1]、川原 健太郎[1]、石井 守[2]、久保 勇樹[2] (1.株式会社セック、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

16:00 ~ 16:15

[PEM12-21] PROGRESS: An overview of data products

*Michael A Balikhin[1]、Simon N Walker[1] (1.University of Sheffield)

16:15 ~ 16:30

[PEM12-22] The Probability of Satellite Anomalies by a Disastrous Solar Flare

*関 大吉[1,2,3] (1.京都大学大学院総合生存学館、2.ケンブリッジ大学極端リスク研究センター、3.京都大学大学院理学研究科附属天文台)

16:30 ~ 16:45

[PEM12-23] **Operational Forecasting of Solar Flares using Deep Neural Network**

*西塚 直人[1]、久保 勇樹[1]、杉浦 孔明[1]、田 光江[1]、石井 守[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

16:45 ~ 17:00

[PEM12-24] **Spring-Autumnal asymmetry in geomagnetic activity and its origin over last 140 years**

*Hao Luo[1]、Xiaoming Sha[1] (1.IGGCAS)

Application Usability Levels: Their evolution and eco-system

*Alexa Jean Halford[1], Adam Kellerman[2], Jeff Klenzing[3], Katherine Garcia-Sage[3], Brett A Carter[4], Daniel T Welling[5], Barbara Thompson[3], Antti A Pulkkinen[3]

1. The Aerospace Corporation, 2. UCLA, 3. NASA/GSFC, 4. RMIT, 5. UT Arlington

As space physics becomes both more interdisciplinary and more intertwined with commercial and government operations, there is a need for a framework to easily identify what projects can be used for specific applications and how close each project is to routine autonomous or on-demand implementation and operation. We have developed the Application Usability Level (AUL) framework and encourage publication of instrument-like papers for delivering and publicizing AULs to help the community quantify the progress of successful applications, metrics, and validation efforts.

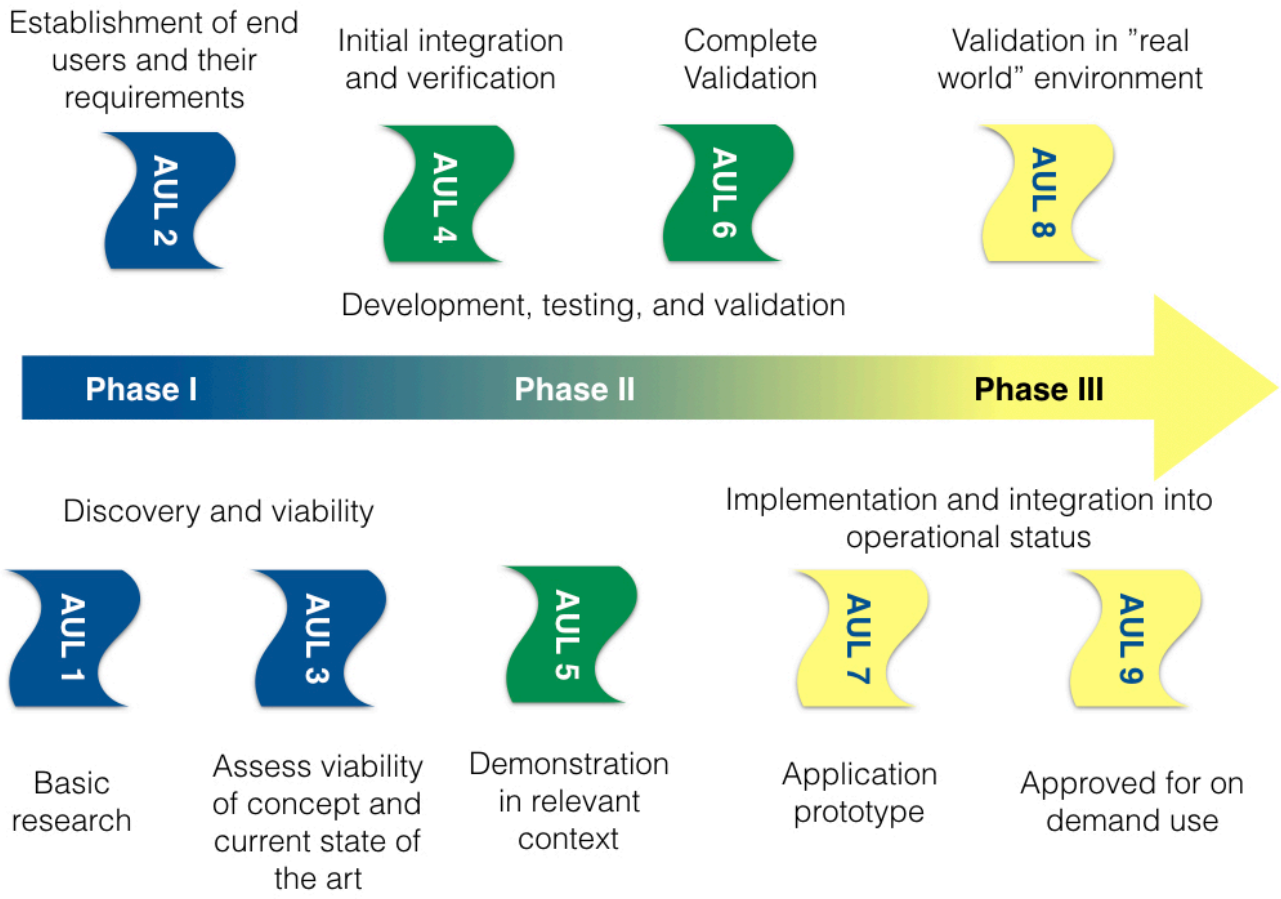
In a given project within the AUL framework, there is typically a diverse eco-system of individuals necessary to ultimately produce a useful space weather product or productive research collaboration. For example, in the case of non-academic fields, users and researchers alike may benefit from a translator, i.e. a *broker*, who may help with the effective transition from research to operations. *Independent validators* are another essential player for validation efforts and comparing like products for a specified application. In many cases, the different players throughout the process will act in multiple roles as well as act in different roles for different projects and AUL pathways.

This paper we discuss the collaborative roles that lead from basic research to successful application within or outside the scientific community and provide examples of how this collaborative application ecosystem is maintained. We will also provide examples of space weather projects using the AUL framework, and show how it can contribute to the project's success. As always, a healthy eco-system can result in benefits for the end user and new exciting research opportunities.

This work has been completed as part of the activities of the Assessment of Understanding and Quantifying Progress working group which is part of the International Forum for Space Weather Capabilities Assessment.

Keywords: Tracking progress, Research to operations, Space Weather

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

NICT宇宙天気予報センターにおける宇宙天気予報担当の業務
The Operational Space Weather Forecast at NICT, Japan

*酒井 光資[1]、鵜川 健太郎[1]、川原 健太郎[1]、石井 守[2]、久保 勇樹[2]
*Kosuke Sakai[1], Kentaro Ukawa[1], Kentaro Kawahara[1], Mamoru Ishii[2], Yuki Kubo[2]

1. 株式会社セック、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. Systems Engineering Consultants Co., LTD., 2. National Institute of Information and Communications Technology

情報通信研究機構宇宙天気予報センターでは、宇宙天気の最新24時間概況と今後の予報情報の公開および配信を行っている。
宇宙天気情報の配信は、ISES Regiona Warning Center, Japan として50年以上継続して実施している365日の運用業務であり、その業務を担うのが宇宙天気予報担当員である。
担当員は、毎日、国内外から提供される様々な観測データやシミュレーション結果を収集・分析し、今後24時間の予報を決定するための資料を作成する。
その後、14:30頃に宇宙天気予報会議を開催し、各現象の専門研究者との議論に基づき予報を決定し、16時までに予報を配信する。
月次の定例会を開催し、予報結果を考察し、予報精度向上のためにフードバックしている。
そして、顕著な宇宙天気現象が発生した場合は、即座に臨時情報を配信している。
本発表では、宇宙天気予報担当員の日々の業務内容や予報内容を決定するまでの手順について実際の事例とともに紹介する。
また、年間365日毎日休みなく運用するための工夫などについても紹介する。

キーワード：宇宙天気
Keywords: Space Weather

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

PROGRESS: An overview of data products

*Michael A Balikhin[1], Simon N Walker[1]

1. University of Sheffield

PROGRESS, an EC Horizon 2020 funded project, used state of the art modelling techiniques inorder to derive forecasts for the evolution of geomagnetoc indices, and the fluxes of electrons at geostationary orbit and within the inner magnetosphere. This presentation provides a review of the aims of PROGRESS and an overview of the tools developed to meet these aims.

Keywords: radiation belt forecasts, geomagnetic index forecasts

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Probability of Satellite Anomalies by a Disastrous Solar Flare

*関 大吉[1,2,3]
*Daikichi SEKI[1,2,3]

1. 京都大学大学院総合生存学館、2. ケンブリッジ大学極端リスク研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科附属天文台
1. Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University, 2. Centre for the Study of Existential Risk, University of Cambridge, 3. Astronomical Observatory, Kyoto University

The Sun has a potential risk of various socioeconomic impacts on our human society. It often produces various eruptive phenomena such as a solar flare and a coronal mass ejection, which sometimes bring adverse effect to us like satellite anomalies, radiation exposure, and huge blackouts. Recently, it was revealed that a “super-flare”, a flare whose energy is 100 times larger than X10-class flare, can occur once in 1000 years from statistical and theoretical points of view [Maehara et al. 2012, Shibayama et al. 2013, Shibata et al. 2013].

However, though there are many assessment studies of “moderate” solar eruptive phenomena, the assessment of “disastrous” solar eruptive phenomena like a super-flare has been little conducted. For this reason, this research aims to evaluate the frequency (or probability) and the possible socioeconomic damage of a super-flare, especially focusing on satellite anomalies.

Using various data sets about satellites, their anomalies, flares, and plasma environment around the Earth*, 154 X-class flare events with 9 relating parameters (peak flux of X-ray (0.1–0.8 nm), integral fluxes of electron (> 2 MeV) and of proton (> 1, 5, 10, 30, 50, 60, 100 MeV)) were selected. To avoid multi-collinearity, Ridge regression model was used to compute the regression to the satellite anomaly rate (1/satellite/event). Also 10-fold cross validation was performed. After obtaining the model, the possible plasma parameters in case of X1000-class flare assumed by Takahashi et al. 2016 were input into the model.

As a result, we obtained the model with its coefficient of determination of 0.607 and its Pearson correlation coefficients of 0.691 ±0.212 (for 100 times randomly chosen dataset). Assuming that electron and proton with any energy follow the same scaling law, with applying scaling law by Takahashi et al. 2016, 0.573 satellite anomaly rate (57.3% per satellite per event) was obtained. It should be noted that the scaling law provided by Takahashi et al. 2016 is upper limit, so in the actual case, rate should be lower. The validity of assumption, the comparison between this research and others (Pilipenko et al. 2006; Iucci et al. 2005; Odenwald et al, 2006, 2007), and the possible socioeconomic loss will be also discussed.

* NOAA NGDC Spacecraft Anomaly Data, Satellite Catalogue (https://www.celestrak.com/satcat/search.php), NOAA GOES flare report (https://www.ngdc.noaa.gov/stp/space-weather/solar-data/solar-features/solar-flares/x-rays/goes/xrs/) , and OMNI 2 database

キーワード：宇宙天気、人工衛星障害、スーパーフレア
Keywords: space weather, satellite anomaly, super-flare

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Operational Forecasting of Solar Flares using Deep Neural Network

*西塚 直人[1]、久保 勇樹[1]、杉浦 孔明[1]、田 光江[1]、石井 守[1]
*Naoto Nishizuka[1], Yuki Kubo[1], Komei Sugiura[1], Mitsue Den[1], Mamoru Ishii[1]

1. 国立研究開発法人　情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

Solar flares are the largest explosive phenomena in the Heliosphere. They affect the earth by X-ray and UV emissions, high energy particles, and magnetic storms, causing troubles of satellites and blackout in a large area. To reduce the risk of social impact caused by solar flares and space weather, it is very important to predict solar flares with high accuracy. In our institute NICT, we have predicted solar flares in the daily forecasting meeting by an empirical method. However, the amount of solar observation data is so huge that we cannot deal with all the data by hands.

Here we developed an operational system of solar flare prediction using a deep neural network (DNN), named Deep Flare Net (DeFN; Nishizuka et al. 2018 ApJ), and we started to run it in the operation. The model can predict probabilities of the maximum class of flares occurring in the following 24 hr. The training dataset is maded by 3x10^5 images during 2010-2015 taken by SDO, from which we detected active regions and calculated 79 features for each region attached with the flare occurrence labels (X, M, C). We used features in our previous work (Nishizuka et al. 2017) and added novel features for operational prediction: coronal hot brightening at 131 A (T=10^7 K) and the histories of X-ray and 131 A emissions 1 and 2 hr before an image. The prediction data in the near real-time is downloaded from JSOC server operated by Stanford University and NASA, and all the active regions and features are automatically detected and calculated. The prediction results will be shown in the web site of NICT. In this talk, we will introduce our DeFN model and operational forecasting system and would like to discuss how it works in the daily operations.

キーワード：太陽フレア、宇宙天気、機械学習、予測、運用
Keywords: Solar Flare , Space Weather, Machine Learning, prediction, Operation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spring-Autumnal asymmetry in geomagnetic activity and its origin over last 140 years

*Hao Luo[1], Xiaoming Sha[1]

1. IGGCAS

Spring-Autumnal asymmetry (SA asymmetry) from years 1873-2010 in the geomagnetic activity is investigated based on the geomagnetic indices (aa, Ap and Kp). Results have shown that in general the SA asymmetry of the geomagnetic activity appears to be alternation, except for the interval during which the change of dominant solar dipole magnetic field polarity occurs. Our study implies that both the polarity of the main solar dipole field and the north-south asymmetry of the sunspot area in the two solar hemispheres control the strength of the south component (*Bs*) of the interplanetary magnetic field (IMF) near the Earth and the resulting SA asymmetry of the geomagnetic activity in the corresponding seasons. A simple sector structure model is devised to establish the relationship between the polarity of solar main dipole magnetic field, the IMF *Bs* component and the corresponding SA asymmetry in the geomagnetic activity. This is confirmed by examining the solar wind parameters from the spacecraft observations during the recent decades.

Keywords: Spring-Autumnal asymmetry, Solar magnetic polarity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 301B 3F

[A-OS09] 海洋混合学：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動の解明

コンビーナ:安田 一郎(東京大学大気海洋研究所)、日比谷 紀之(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、西岡 純(北海道大学低温科学研究所)、伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、座長:日比谷 紀之(東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻)

海洋鉛直混合を含む統合的現場観測と混合を導入したモデルを開発することで、物質循環や気候、生態系への影響を明らかにすることを目的とした、新学術領域研究「海洋混合学の創設：物質循環・気候・生態系の維持と長周期変動（2015-2020年度）」における研究、及び内外の関連する研究を集約し、成果のまとめを図ると共に今後の課題を明らかにする。

15:30 ~ 15:45

[AOS09-18] Searching 18.6 year tidal modulation impact in a global gridded ocean oxygen dataset with its improvements

*Shoshiro Minobe[1] (1.Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University)

15:45 ~ 16:00

[AOS09-19] Contribution of tidal energy dissipation to variations of transient climate response and steric sea level rise through ocean heat uptake

*渡辺 路生[1]、建部 洋晶[1]、鈴木 立郎[1]、立入 郁[1] (1.海洋研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[AOS09-20] A Wave Resolving Simulation for Upper Ocean Turbulence Driven by Wave-Current Interaction

*吉川 裕[1]、藤原 泰[1]、松村 義正[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.東京大学大気海洋研究所)

16:15 ~ 16:30

[AOS09-21] **Revisiting the Characteristics of Mixing Efficiency in the Brazil Basin**

*伊地知 敬[1]、Louis St. Laurent[1]、Kurt Polzin[1] (1.ウッズホール海洋研究所)

16:30 ~ 16:45

[AOS09-22] Instabilities of finite-amplitude internal wave beams

*大貫 陽平[1]、田中 祐希[2] (1.九州大学応用力学研究所、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

16:45 ~ 17:00

[AOS09-23] Evaluation of nutrient flux enhanced by double diffusion in the Kuroshio using glider measurements

*李 根淙[1]、山本 龍[1]、安田 一郎[1]、田中 雄大[2] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所)

Searching 18.6 year tidal modulation impact in a global gridded ocean oxygen dataset with its improvements

*Shoshiro Minobe[1]

1. Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University

The 18.6 year modulation of tidal mixing plays important roles in the ocean as reported by regional analyses by Osafune and Yasuda (2006, 2010) and others. In those studies, they found that ocean water properties including dissolved oxygen concentration vary at the 18.6 year period in a manner consistent with the vertical mixing changes due to the tidal mixing modulation. Dissolved oxygen concentration is interesting not only as a tracer but also because it is important in marine ecosystems. In particular, superposition of 18.6 year variability in addition to the oxygen decline trend known as the ocean deoxygenation due to the global warming can cause more serious damages for marine animals in the specific phase of tidal modulation.

The present study aims to understand the impacts of 18.6 year tidal mixing modulation in the ocean oxygen field more systematically than the previous studies did by analyzing a global gridded dataset of dissolved oxygen concentration. A preliminary analysis using the dataset used by Ito et al. (2017 GRL) for upper 1,000 m indicates that the 18.6 year variation of oxygen concentration also occurs in regions where previous studies did not reported tidal modulation influence, including a region near the Izu-Ogasawa Ridge. In order to obtain the better spatial and temporal coverage, the dataset is and will be improved with two steps. One is to expand its vertical coverage to the top 1,000 m to 6,000 m, and the other is to use the latest version of the World Ocean Database released in September 2018. The first step has been completed, and the second step is planned to be completed in this summer. At the presentation, the analysis results based on the latest gridded dataset will be shown.

Keywords: decadal variability, biogeochemistry, climate variability and change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Contribution of tidal energy dissipation to variations of transient climate response and steric sea level rise through ocean heat uptake

*渡辺 路生[1]、建部 洋晶[1]、鈴木 立郎[1]、立入 郁[1]
*Michio Watanabe[1], Hiroaki Tatebe[1], Tatsuo Suzuki[1], Kaoru Tachiiri[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Micro-scale turbulent mixing due to tide-induced internal wave breaking is a key process to determine the strength and pattern of the global ocean overturning circulation, that redistributes the heat all over the world ocean. Heat redistribution in the ocean have a strong impact on ocean heat uptake (OHU), thus transient climate response (TCR) and steric sea level rise (SLR) under the global warming. To study the impact of the vertical diffusivity distribution on the TCR and steric SLR, we ran a climate model of which value of CO_2 concentration is increased by 1% yr^{-1} for 150 years, employing each of two vertical diffusivity distributions in the ocean, an empirical one-dimensional one (CTRL) and a three-dimensional one considering tidal energy dissipation (TED). In TED under the pre-industrial forcing, the larger sea ice in the Southern Ocean prevents the air-sea heat flux, leading to weaker bottom water formation and lower air temperature than in CTRL. The less effective heat transport to the deep layers in TED causes less OHU and larger TCR than in CTRL by about 0.16˚C. In addition, smaller ocean heat content change in TED than in CTRL leads to significant future sea-level depression of ˜0.4 m in the Southern Ocean. Since OHU under the global warming is controlled by the distribution of vertical diffusivity, it is necessary to clarify its global distribution in the real ocean for reliable TCR estimation and future SLR projection.

キーワード：鉛直拡散係数、過渡的気候応答、海面上昇、地球温暖化、気候モデル、海洋熱吸収
Keywords: diapycnal diffusivity, transient climate response, sea level rise, global warming, climate model, ocean heat uptake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Wave Resolving Simulation for Upper Ocean Turbulence Driven by Wave-Current Interaction

*吉川 裕[1]、藤原 泰[1]、松村 義正[2]
*Yutaka Yoshikawa[1], Yasushi Fujiwara[1], Yoshimasa Matsumura[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Turbulence in the upper ocean sets bulk properties of the upper ocean. For example, turbulence deepens the surface mixed layer (ML) and entrains low-temperature water below the layer to determine the ML depth and sea surface temperature (SST), which are key parameters for large-scale ocean and climate processes. Quantitative evaluation and parameterization of the upper ocean turbulence thus have crucial importance on the large-scale studies.

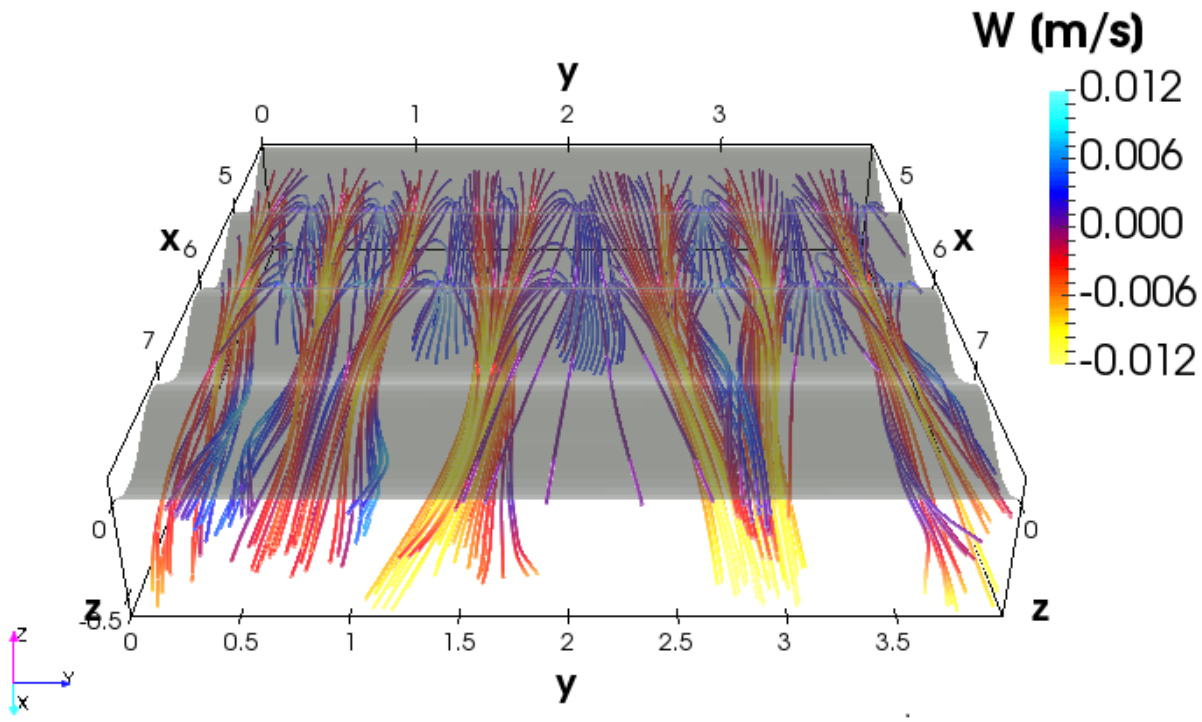
Recent studies revealed that turbulence induced by the surface wave has larger impact on the ML deepening than ever considered. Good example is drastic deepening of the ML and significant decrease in SST simulated in the summer Southern Ocean if parameterized wave-induced mixing is included in the simulation (e.g., Li et al. 2016). Among three types of wave-induced turbulence, surface wave breaking, Langmuir turbulence (LT) and nonbreaking-wave induced turbulence (NBWT), the latter two are considered to have significant impacts on the ML deepening. LT is associated with Langmuir circulations (LCs), the secondary circulations driven by the surface waves interacted with the wind-driven currents (e.g., Leibovich 1980). Previous theoretical studies (Craik and Leibovich 1976) showed that the interaction can be represented solely by the vortex force, vortex tilting by the Stokes drift (the Lagrangian velocity due to the surface wave) in the wave-filtered momentum equation. Many simulations with this vortex force representation have been performed so far (e.g., Skyllingstad and Denbo 1995). However, this theoretically-derived representation has not been validated by field or numerical experiments. As a consequence, there are controversial discussions about the validity of the representation and hence the simulation results with the representaion (e.g., Mellor 2016 and Ardhuin et al. 2017). NBWT on the other hand is suggested to be caused without winds (e.g., Qiao et al. 2004; Babanin 2006), but no detailed mechanism was proposed for the turbulence generation. As a result, some people consider that NBWT is the same as LT, even though LT is dependent on winds while NBWT is not. Thus, mechanism of the wave-induced turbulence is not clearly understood.

The present study is intended to clarify dynamics involved in the wave-induced turbulence. To this aim, we developed a new numerical model in which surface waves are explicity and accurately simulated. This wave-resolving simulation provides an unique opportunity to investigate how the surface waves drive / induce turbulence. We used this model to simulate LC at first (Fujiwara et al. 2018). A wave-tank simulation was performed in which a monochromatic surface wave propagated in the surface wind direction. We found that LCs were successfully reproduced through the wave-current interaction (see attached figure). Vorticity analysis showed that the interaction is well represented by the vortex force. We also performed the simulation without the surface wind, and found that NBWT was certainly generated. The virtual wave stress was found to be a key for NBWT generation in our simulation, which induced velocity shear near the surface that interacted with the surface wave as was found in the LC simulation. The wave-resolving simulation also provided an alternative Eulerian view of the vortex force that was

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

originally viewed from the Lagrangian frame (Stokes drift), that is, rectified vortex tilting/shrinking/streatching by orbital motions of the surface waves.

キーワード：海洋表層乱流、波・流れ相互作用、ラングミュア循環、非砕波乱流
Keywords: Upper Ocean Turbulence, Surface Wave - Current Interaction, Langmuir Circulation, Non-Breaking Wave Turbulence



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revisiting the Characteristics of Mixing Efficiency in the Brazil Basin

*伊地知 敬[1]、Louis St. Laurent[1]、Kurt Polzin[1]
*Takashi Ijichi[1], Louis St. Laurent[1], Kurt Polzin[1]

1. ウッズホール海洋研究所
1. Woods Hole Oceanographic Institution

It is still controversial whether or not the dissipation flux coefficient Γ, often referred to as the “mixing efficiency”, is a global constant of 0.2. A primary justification for continuing to use this conventional value comes from a number of dedicated tracer-release/microstructure surveys done over the past three decades. Most notably, studies in the Brazil Basin have been the basis for examining the characteristics of mixing in the abyssal interior of the global ocean. Here, using recent microstructure data also collected in the Brazil Basin, we revisit the characteristics of Γ in the abyssal interior. It is shown that Γ, estimated from averaged profiles of the TKE dissipation rate and the thermal variance dissipation rate, actually lies around 0.2 in the pycnocline, but on the other hand, it tends to increase up to 0.4-0.8 toward the bottom. Such near-bottom high efficiency appears to be associated with weak stratification in the bottom water. Furthermore, one microstructure profile appears to reach down to within the thin bottom boundary layer: Γ abruptly decreases to $O(10^{-2})$ within 50 m above the bottom, which is reasonable given the no buoyancy flux condition at the bottom. We will also examine these results using the earlier generation microstructure datasets collected in the Brazil Basin.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Instabilities of finite-amplitude internal wave beams

*大貫 陽平[1]、田中 祐希[2]
*Yohei Onuki[1], Yuki Tanaka[2]

1. 九州大学応用力学研究所、2. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

Previous studies have shown that instability of small-amplitude internal wave beams, generated by a surface tide flowing over topography, is most significant at a particular latitude where parametric subharmonic instability (PSI) excites inertial oscillations. Here we extend the discussion to the case of finite-amplitude beams using a new kind of Floquet approach. The disturbance growth rate obtained is quantified in terms of two non-dimensional parameters A and F: velocity shear divided by the buoyancy frequency and the Coriolis parameter divided by the beam frequency. If A is small, PSI is indeed the principle mode under the condition $F < 0.5$ with the maximum growth rate achieved when the equality holds. As A is increased, however, instability comes to occur even for $F > 0.5$ but the location of the maximum instability shifts towards lower F, thus totally changing its latitudinal dependence. The resulting energy spectrum is significantly Doppler shifted, and therefore distinguished from that made by PSI. These findings are useful to quantify the energy loss of internal wave beams that causes water mixing prevailing in the major generation sites of internal tides.

キーワード：内部波、不安定、海水混合
Keywords: internal wave, instability, ocean mixing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of nutrient flux enhanced by double diffusion in the Kuroshio using glider measurements

*李 根淙[1]、山本 龍[1]、安田 一郎[1]、田中 雄大[2]
*Keunjong Lee[1], Ryo Yamamoto[1], Ichiro Yasuda[1], Takahiro Tanaka[2]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 東北区水産研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, 2. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency

Kuroshio is a very strong current, western boundary current of North Pacific subtropical current system. Strong vertical mixing intensifies through various physical processes were reported in the vicinity of the Kuroshio system. Consequently, this enhanced mixing is considered to supply the nutrients from the lower layer to the euphotic layer and improve the biological productivity.

Extensive measurements were carried out to investigate the detailed structures of turbulence, hydrography, chlorophyll-a using a glider, SeaExplorer manufactured by Alseamar whose 1st science mission, equipped with two shear probes, fast response thermistor, CTD, dissolved oxygen sensor, fluorometer. The fine measurement of 66 casts lasted for 7 days during 20-27, June 2017. Although only 30 % of data acquired by shear probe were survived under the criterion following Peterson et al., (2014), a newly developed method estimating turbulent intensity using a FP07 sensor was introduced.

While, calculated vertical nutrient flux is not quite high supporting biological productivity as we expected. Contribution of double diffusion which intensify the vertical diffusivity could be considered as development of chlorophyll-a patch at subsurface. Previous research already introduced the possibility of enhanced mixing from double diffusion (Nagai et al., 2015, Inoue et al., 2007) and Hamilton et al., (1989) showed underestimation of vertical nutrient flux without using vertical eddy diffusivity for salt in case of salt finger. Interacted with low salinity water which was occurred during our mission show another evidence for supporting this hypothesis.

Following the parameterization of McDougall and Ruddick (1992), mixing efficiency for salt finger and enhancement of salt(nutrient) flux were estimated to be somewhat effective. Parameterized nutrient flux in salt finger favorable layer is 37% larger than the turbulent nutrient flux accepting mixing efficiency 0.2 proposed by Osborn et al., (1980). This value needs to be examined through statistical approach or more careful insight and will be discussed later.
The full path of glider shows Kuroshio interact with various waters with different salinity and temperature. For example, low salinity and low temperature water intruded at subsurface during 23-24, June. Around 600 m during 26-27, June we also found salinity minimum which was assumed with North Pacific Intermediate Water. This feature reminds us considerable nutrient flux with vertical mixing by double diffusive processes in addition to mechanical turbulence. Double diffusive process might be attributed to the intrusion, development, modification of relatively low salinity waters. We found double diffusive regime occurs especially at upper boundary of relatively low salinity layer.

キーワード：鉛直混合、二重拡散、栄養塩フラックス、黒潮
Keywords: Vertical mixing, Double diffusion, nutrient flux, Kuroshio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 302 3F

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)、座長:伊藤 進一(東京大学)

The ocean accounts for about 50% of global net primary production. This production is significant for carbon cycling and ecosystem functioning, and is related directly or indirectly to a variety of climatic and ecological phenomena. The responses to natural and anthropogenic environmental stressors that influence marine production and diversity can cause perturbations to marine ecosystems that alter trophic dependencies and interactions among organisms at a range of space and time scales. Quantification of the principal mechanisms driving spatio-temporal variability of marine ecosystem remains to be done, especially in terms of evaluation of uncertainty in responses. As a result, evaluating vulnerability of marine ecosystems to environmental change requires systematic and holistic approaches that integrate physics to ecology and are based in observations and modelling. In addition, expectations to deliver these science to public society is raising. This session aims to provide a venue for not only discussing recent advances in understanding marine biogeochemical cycles, ecosystems and their interactions, but also networking with a variety of people to seed new ideas in marine ecological research. Observational, modeling and conceptual studies, including technological development and operational applications, that consider linkages among biogeochemical and ecosystem processes, biodiversity, and the effects of multiple stressors from molecular to planetary scales are encouraged.

9:00 ~ 9:10

Introduction

9:10 ~ 9:30

[AOS12-01] Projected coastal hypoxia in a coupled bio-physical model of the California Current System.

★Invited Papers

*Enrique N Curchitser[1]、Raphael Dussin[1,2]、Charles Stock[3]、Nicoals van Oostende[4] (1.Rutgers University New Brunswick、2.Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University、3.NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory、4.Princeton University)

9:30 ~ 9:45

[AOS12-02] **Decadal salinity variation in the western North Pacific correlated with the strength of the Oyashio and the Kuroshio Extension**

*金子 仁[1]、奥西 武[2]、纐纈 慎也[3]、伊藤 幸彦[1]、瀬藤 聡[4]、黒田 寛[5]、清水 勇吾[4] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.水産教育・研究機構 東北区水産研究所、3.海洋研究開発機構、4.水産教育・研究機構 中央水産研究所、5.水産教育・研究機構 北海道区水産研究所)

9:45 ~ 10:00

[AOS12-03] **Multiscale routes to supply nutrients through the Kuroshio nutrient stream**

*長井 健容[1]、Clayton Sophie[2]、内山 雄介[3] (1.東京海洋大学 海洋環境科学部門、2.Ocean, Earth & Atmospheric Sciences, Old Dominion University、3.神戸大学)

10:00 ~ 10:15

[AOS12-04] **Seasonal variability of upper-ocean primary production around the Kuroshio analyzed using a ROMS-NPZD model**

*Xu Zhang[1]、Yusuke Uchiyama[1,2]、Yota Suzue[3]、Hidekatsu Yamazaki[4] (1.Kobe University、2.Port and Airport Research Institute、3.Construction Technique Institute Engineering Co., Ltd.、4.Tokyo University of Marine Science and Technology)

10:15 ~ 10:30

[AOS12-05] Nutrient and light conditions at subsurface chlorophyll maximum: physical-biogeochemical observations along a mid-Pacific meridional transect

*伊藤 幸彦[1]、金子 仁[1]、纐纈 慎也[2]、奥西 武[3]、小川 浩史[1]、佐藤 光秀[4]、齊藤 宏明[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.水産研究・教育機構 東北区水産研究所、4.香港科技大學)

Projected coastal hypoxia in a coupled bio-physical model of the California Current System.

*Enrique N Curchitser[1], Raphael Dussin[1,2], Charles Stock[3], Nicoals van Oostende[4]

1. Rutgers University New Brunswick, 2. Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, 3. NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, 4. Princeton University

Recent observations have shown an increase of the hypoxic area on the shelf in the California upwelling system. Climate projections suggest this increase would continue over the 21st century. However, the low-resolution ocean component of today’ s climate models in this region are hampered by the flawed representation of upwelling and coastal processes.To achieve a more realistic solution, we ported the NOAA-GFDL biogeochemical model COBALT into the regional ocean model ROMS permitting a seamless representation of the biogeochemistry across scales. With the 7km California Current implementation, we carry out sensitivity experiments for the projected changes in biogeochemical and physical drivers of coastal hypoxia : oxygen and nutrients in source waters, solubility and upwelling-favorable wind. We describe here the results obtained and assess the relative impact of drivers of coastal hypoxia in this system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Decadal salinity variation in the western North Pacific correlated with the strength of the Oyashio and the Kuroshio Extension

*金子 仁[1]、奥西 武[2]、纐纈 慎也[3]、伊藤 幸彦[1]、瀬藤 聡[4]、黒田 寛[5]、清水 勇吾[4]
*Hitoshi Kaneko[1], Takeshi Okunishi[2], Shinya Kouketsu[3], Sachihiko Itoh[1], Takashi Seto[4], Hiroshi Kuroda[5], Yugo Shimizu[4]

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 水産教育・研究機構 東北区水産研究所、3. 海洋研究開発機構、4. 水産教育・研究機構 中央水産研究所、5. 水産教育・研究機構 北海道区水産研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. National Research Institute of Fisheries Science, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5. Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency

Decadal changes in salinity around the density (~1026.8 kg m^{-3}) of North Pacific Intermediate Water (NPIW) were investigated in the regions from the Oyashio to the Kuroshio Extension (KE), called as the Mixed Water Region (MWR), based on the long-term-data-sets provided from numerical reanalysis. Based on the reanalysis data provided by an ocean forecast system of the Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA-ROMS; 1992–2012, horizontal resolutions of 0.1˚), we found that during increase of the Oyashio velocity in the upstream region, negative salinity anomaly accompanied with the southward velocity at the density was enhanced between 144–145˚E just south of 40˚N. In addition, to examine influences from the downstream region of the Oyashio, we made a lag-correlation analysis focusing on the decadal variation of KE stability calculated from the zonal average (142–165˚E) of the meridional gradient of the sea surface height (34.5–37.0˚E) as the KE strength (KES). The result showed that signals of significant negative correlation appeared around the density from Hokkaido to the north region of KE. Through the composite analysis based on the KE stability, we found that the stable KE could also lead similar anomaly distribution around the north region of KE. We examined relationships between decadal tendency and each component of salinity fluxes at the density along the north-south boundary of the region of 38–40˚N, and 142–145˚E. Concerning estimation of the salinity fluxes, we employed time-mean components (S, V) and eddy components (s', v'), and then, we calculated products of them (Sv', $s'V$, $s'v'$). Decadal tendency of salinity (ds'/dt) was negatively correlated with the meridional difference of Sv' ($-0.5 < r < -0.47$, 95% confidence interval). Whereas Sv' at northern boundary was also negatively correlated with ds'/dt ($-0.45 < r < -0.42$), the correlation between ds'/dt and Sv' at southern boundary was small ($0.03 < r < 0.07$). The result suggested that the southward Oyashio would play an important role for decadal salinity variation in the MWR.

キーワード：北太平洋中層水、十年規模変動、親潮、黒潮続流
Keywords: North Pacific Intermediate Water , Decadal variation, Oyashio, Kuroshio Extension

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multiscale routes to supply nutrients through the Kuroshio nutrient stream

*長井 健容[1]、Clayton Sophie[2]、内山 雄介[3]
*Takeyoshi Nagai[1], Sophie Clayton[2], Yusuke Uchiyama[3]

1. 東京海洋大学 海洋環境科学部門、2. Ocean, Earth & Atmospheric Sciences, Old Dominion University、3. 神戸大学
1. Department of Ocean Sciences, Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Ocean, Earth & Atmospheric Sciences, Old Dominion University, 3. Kobe University

In this study, the role of the Kuroshio as a nutrient conduit is discussed using results from eddy-resolving, and nested high-resolution numerical simulations using Regional Oceanic Modeling System (ROMS) coupled with a N^2PZD^2 ecosystem model, and results from recent in-situ observations. The eddy-resolving simulation can reproduce the elevated nutrient concentrations along the Kuroshio compared to those in ambient waters of the same density, similar to the Gulf Stream. The nested simulations show that nutrients in the upstream Kuroshio can be supplied to euphotic zone by strong diapycnal mixing associated with the Kuroshio over topography. This large nutrient input is consistent with the very strong turbulent mixing observed directory in the upstream Kuroshio regions, where the Kuroshio flows over the seamounts and on the continental slope. The autonomous microstructure float observations also suggest that the large turbulent nitrate diffusive flux occurs in the Izu Ridge, along the Kuroshio. These diapycnal processes may explain why the basin scale nutrient elevation on the density surface along the Kuroshio path is maintained. During winter-spring, in the model downstream Kuroshio Extension, a large nitrate induction of O(10 mmol N m^2day^{-1}), comparable to or greater than wintertime diffusive nitrate flux, occurs through the inclined mixed layer base, which is strongly influenced by the mesoscale structures.

キーワード：黒潮、栄養塩ストリーム、栄養塩フラックス
Keywords: Kuroshio, Nutrient stream, Nutrient flux

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonal variability of upper-ocean primary production around the Kuroshio analyzed using a ROMS-NPZD model

*Xu Zhang[1], Yusuke Uchiyama[1,2], Yota Suzue[3], Hidekatsu Yamazaki[4]

1. Kobe University, 2. Port and Airport Research Institute, 3. Construction Technique Institute Engineering Co., Ltd., 4. Tokyo University of Marine Science and Technology

Biological processes have significant influences on the global carbon cycle on all time scales. In the coastal regions, nutrient supply to the surface by river discharge and coastal upwelling leads to active primary production. The Kuroshio, one of the strongest western boundary currents, flows off the Japan, accompanied by intense eddy activities influencing on biogeochemical processes around its path. In general, localized upwelling due to mesoscale cyclonic eddies brings nutrient-rich subsurface water to the nutrient-depleted upper ocean to enhance near-surface primary productivity. In the present study, a climatological ocean modeling is developed for the marginal seas along the Kuroshio off Japan based on ROMS (Shchepetkin and McWilliams, 2005; 2008) coupled with an NPZD biogeochemical model (Fasham *et al.*, 1990; Gruber *et al.*, 2006). The model domain encompasses both the Kuroshio and its Extension regions in a submesoscale eddy-permitting configuration with a horizontal grid spacing of 3 km. The simulation is conducted for 10 years and the results for the 10th year are used for our analysis. A nitrogen budget analysis indicates that nitrogen exists mostly in the phyto- and zooplankton compartments in both the Kuroshio and Kuroshio Extension regions during the spring bloom. The increased zooplankton further enriches detritus that settles down by about 100 m, leading to an increase of ammonium below the mixed layer. In winter, eddy-induced nitrate transport is enhanced in the region about 1˚ away from the Kuroshio axis. The baroclinic instability due to the surface cooling in winter generates meso- and submesoscale eddies and substantially promotes eddy-induced vertical nitrate transport.

Keywords: Kuroshio, eddy-induced nitrate flux, submesoscale eddies, baroclinic instability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nutrient and light conditions at subsurface chlorophyll maximum: physical-biogeochemical observations along a mid-Pacific meridional transect

*伊藤 幸彦[1]、金子 仁[1]、纐纈 慎也[2]、奥西 武[3]、小川 浩史[1]、佐藤 光秀[4]、齊藤 宏明[1]
*Sachihiko Itoh[1], Hitoshi Kaneko[1], Shinya Kouketsu[2], Takeshi Okunishi[3], Hiroshi Ogawa[1], Mitsuhide Sato[4], Hiroaki Saito[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 水産研究・教育機構 東北区水産研究所、4. 香港科技大學
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marin-Earth Science and Technology, 3. Tohoku National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, 4. The Hong Kong University of Science and Technology

Subsurface chlorophyll maximum (SCM) occurs in a stratified water column that nutrient is depleted in the surface layer. When fully developed, such as those in calm subtropical regions, SCMs were often observed at depth where both nutrient and light availabilities are at a marginal level. Following resource competition theory, the low resource condition is likely generated by a group of phytoplankton with a low resource requirement, which expels other groups through decreasing nutrients and/or deepening the nutricline. Numerical models formulating the phytoplankton dependency on nutrients and light can reproduce some of characteristics of SCM including seasonal and geographical variability. However, comprehensive observations of the SCM and environmental conditions are still limited especially in the open ocean. In the present study, shipboard physical and biogeochemical observations were conducted along 170˚W from the South Pacific Subtropical Front up to Bering Sea during Boreal and Austral summers.

Characteristics of SCMs were estimated from multiple vertical profiles of chlorophyll fluorescence attached to a Conductivity Temperature Depth profiler (CTD), and nutrient concentrations were determined from water samples. Depths of profiles by sensors and water sample data were determined through projections onto potential density coordinate to eliminate effects of internal wave heaving, which are critical in analyzing processes around SCMs. To evaluate diffusive nutrient flux, vertical diffusivity was calculated using a microstructure profiler and multiplied by vertical gradient of nutrient concentrations. Vertical profiles of photosynthetically available radiation (PAR) were estimated using surface PAR from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), averaged over two weeks until shipboard observation, and diffuse attenuation coefficients of downwelling irradiance calculated from *in situ* PAR measurements.

In subtropical regions from 40˚S to 30˚N, except for that at the equator, SCMs were found in 80–150 m, around or slightly deeper than 1% light level relative to the surface. Depth of SCM was deepest in the middle of subtropical gyres, no shallower than 100 m in 15–25˚. Although considerably shallower than subtropical regions, SCMs were also observed at the equator and temperate and subpolar regions in the range of 15–40 m. There are significant positive correlations between the depths of SCM and 1% light level, where SCM depth was generally deeper than the 1% light level in the subtropical regions. However, PAR at SCMs was not uniform but ranged from 0.1–0.7 mol photon m^{-2} day^{-1} within the subtropical regions, and shows a negative correlation with the SCM depth. The SCM depth also shows a strong positive correlation with the depth of maximum subsurface nitrate flux. Considering effects of pure external factors that are not affected by phytoplankton to the SCM depth, we found a positive relationship

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

with absolute dynamic topography indicating the depth of pycnocline.

Although 1% light levels can indicate the SCM depth through the linear correlation for the wide geographical range in the mid-Pacific, it is not concluded that SCM was formed under the limitation of light alone. This is followed by a fact that PAR at the 1% levels is not uniform but depends on the surface PAR, by which the relationship between PAR values at SCMs and depths of SCMs become insignificant. As deep penetration of light is caused by the low productivity in the surface water, we cannot simply consider cause and effect for the above relationship. On the other hand, as the dynamic topography is not affected by phytoplankton, its relationship between the SCM depth suggests that the large-scale hydrographic structure has some influences on the formation of SCMs. In the presentation, we will further discuss the details of the physical processes and their possible impacts on subsurface phytoplankton production.

キーワード：クロロフィル極大、栄養塩拡散フラックス、共制限
Keywords: Subsurface chlorophyll maximum, Diffusive nutrient flux, colimitation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 302 3F

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)、座長:松村 義正(東京大学大気海洋研究所)

The ocean accounts for about 50% of global net primary production. This production is significant for carbon cycling and ecosystem functioning, and is related directly or indirectly to a variety of climatic and ecological phenomena. The responses to natural and anthropogenic environmental stressors that influence marine production and diversity can cause perturbations to marine ecosystems that alter trophic dependencies and interactions among organisms at a range of space and time scales. Quantification of the principal mechanisms driving spatio-temporal variability of marine ecosystem remains to be done, especially in terms of evaluation of uncertainty in responses. As a result, evaluating vulnerability of marine ecosystems to environmental change requires systematic and holistic approaches that integrate physics to ecology and are based in observations and modelling. In addition, expectations to deliver these science to public society is raising. This session aims to provide a venue for not only discussing recent advances in understanding marine biogeochemical cycles, ecosystems and their interactions, but also networking with a variety of people to seed new ideas in marine ecological research. Observational, modeling and conceptual studies, including technological development and operational applications, that consider linkages among biogeochemical and ecosystem processes, biodiversity, and the effects of multiple stressors from molecular to planetary scales are encouraged.

10:45 ~ 11:05

[AOS12-06] A Lagrangian view of spring phytoplankton blooms

★Invited Papers

*木田 新一郎[1]、伊藤 貴充[2] (1.九州大学・応用力学研究所、2.ジョージア工科大学)

11:05 ~ 11:20

[AOS12-07] Significance of acclimation process in simulating chlorophyll distribution in the Arctic Ocean

*増田 良帆[1]、山中 康裕[1]、平田 貴文[1]、中野 英之[2] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.気象研究所)

11:20 ~ 11:35

[AOS12-08] 瀬戸内海中央部における栄養塩変動に対する低次生態系の応答

*吉江 直樹[1]、水口 隼人[1]、郭 新宇[1]、米田 道夫[2]、阿保 勝之[2]、河野 悌昌[2]、藤田 辰徳[3] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.水産研究・教育機構、3.香川県水産試験場)

11:35 ~ 11:50

[AOS12-09] Effects of the temperature and fish size on metabolism and swimming performance of Pacific chub mackerel *Scomber japonicus* in the Northwest Pacific

*郭 晨穎[1]、伊藤 進一[1]、米田 道夫[2]、北野 載[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.（国）水産研究・教育機構)

11:50 ~ 12:05

[AOS12-10] Sensitivity analyses of growth and migration of Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) in the East China Sea using a fish growth-migration model.

*伊藤 進一[1]、瀬藤 聡[2]、米田 道夫[2]、高橋 素光[2]、松山 倫也[3]、郭 晨穎[1]、北川 貴士[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.水産研究・教育機構、3.九州大学)

12:05 ~ 12:15

Discussion

A Lagrangian view of spring phytoplankton blooms

*木田 新一郎[1]、伊藤 貴充[2]
*Shinichiro Kida[1], Taka Ito[2]

1. 九州大学・応用力学研究所、2. ジョージア工科大学
1. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 2. Georgia Institute of Technology

The basic mechanism behind spring phytoplankton blooms is investigated using a 1-dimensional Lagrangian NPZD model, where the movement and transfers of nutrient parcels are solved by tracking a nitrogen parcel. The Lagrangian framework is useful for understanding how the nitrogen cycle works in the ocean since it naturally follows the movement of materials through the turbulent ocean environment. The model reveals that the onset of spring blooms depends on the cumulative euphotic age, which is the total time that inorganic nutrient is exposed to light before the photosynthetic conversion to phytoplankton biomass. This is regardless of the underlying mechanism, such as critical depth hypothesis or critical turbulence hypothesis. The difference between the two modes lies in how cumulative euphotic age is accumulated and this can be distinguished by examining the cumulative euphotic age spectrum. We further examined the impact of mortality by comparing the model experiments with and without mortality. The cumulative euphotic age necessary for a spring bloom is found to increase, as expected, but the spectral shapes remained similar.

キーワード：春季ブルーム、粒子追跡モデル
Keywords: Spring Bloom, Lagrangian model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Significance of acclimation process in simulating chlorophyll distribution in the Arctic Ocean

*増田 良帆[1]、山中 康裕[1]、平田 貴文[1]、中野 英之[2]
*Yoshio Masuda[1], Yasuhiro Yamanaka[1], Takafumi Hirata[1], Hideyuki Nakano[2]

1. 北海道大学地球環境科学研究院、2. 気象研究所
1. Graduate School of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Meteorological Research Institute

Recently, our team has developed a new oceanic ecosystem model (FlexPFT-3D) based on a novel theory for phytoplankton physiology (Smith et al. 2015). Different from our previous models (NEMURO, MEM), the model represents phytoplankton acclimation processes in which phytoplankton change their stoichiometry (nitrogen:carbon:chlorophyll:iron) according to the change of a surrounding environment. A clear improvement was found in chlorophyll distributions in oceanic interior and the Arctic Ocean. Arctic chlorophyll concentration in the new model is comparable to the observation, while it is underestimated in the previous models. In the Arctic Ocean, significant seasonal environmental change exists especially in a light condition. The new model can represent increase in the rate of chlorophyll to carbon biomass in the summer and resulting increase in the phytoplankton specific growth rate; those contribute to the improvement in simulating Arctic chlorophyll concentration.

キーワード：植物プランクトン、生態系モデル、FlexPFT
Keywords: Phytoplankton, Ecosystem model, FlexPFT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

瀬戸内海中央部における栄養塩変動に対する低次生態系の応答
Responses of lower-trophic level ecosystem to nutrient variation in the central part of the Seto Inland Sea

*吉江 直樹[1]、水口 隼人[1]、郭 新宇[1]、米田 道夫[2]、阿保 勝之[2]、河野 悌昌[2]、藤田 辰徳[3]
*Naoki Yoshie[1], Hayato Mizuguchi[1], Xinyu Guo[1], Michio Yoneda[2], Katsuyuki Abo[2], Tomoaki Kono[2], Tatsunori Fujita[3]

1. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2. 水産研究・教育機構、3. 香川県水産試験場
1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Japan Fisheries Research and Education Agency, 3. Kagawa Prefectural Fisheries Research Center

瀬戸内海は豊饒の海と呼ばれ、世界の半閉鎖的海域と比較すると数倍から一桁高い漁業生産性を誇ってきた。その一方で、瀬戸内周辺の狭い集水域には約三千万人が生活し、重化学工業を主体にGDPで比較するとカナダ一国と同程度の経済活動を行ってきた。そのため、高度経済成長期には人間活動に伴う環境負荷により汚濁・富栄養化が進行し、赤潮・貧酸素化などの環境問題が多発した。その後、環境負荷の削減に向けた環境規制と住民・企業などの四十年以上にわたる弛まぬ努力により、瀬戸内海は栄養塩濃度が低く、透明度の高い「きれいな海」へと回復してきた。しかし、近年の栄養塩濃度低下に伴い生物生産が低下している可能性や、水産資源の減少につながっている可能性が指摘されているが、その関連性については明らかになっていない。瀬戸内海の水産資源として非常に重要なカタクチイワシ仔稚魚(シラス)の漁獲量は、瀬戸内海中央部の燧灘において、2005年以降急激に減少している。最新の研究から、この減少の原因は、カタクチイワシの餌料として重要な動物プランクトンの減少と関連していることが明らかになりつつあるが、栄養塩変動と動物プランクトン変動の関連性については明らかになっていない。

そこで本研究では、燧灘における栄養塩濃度変動に対する動物プランクトンを含む低次生態系の応答について生態系モデルを用いて調べた。具体的には、海洋生態系モデルeNEMURO (4N-4P-4Z-3D) を燧灘に適用し、平年的な低次生態系の季節変動を再現できるようにした。そして、カタクチイワシの資源変動に最も関連性が高いカタクチイワシ仔稚魚5月発生群の漁獲量が、豊漁であった2005年と不漁であった2011年における栄養塩濃度の観測値をモデルに与え、両年の低次生態系の季節変動について比較した。その結果、不漁年では春季の栄養塩濃度の大幅な減少に応じて、春季の珪藻ブルームの規模と春季のメソ動物現存量が大きく減少することが明らかとなった。このことから春季の栄養塩濃度の経年変化が珪藻ブルームの規模を左右し、カタクチイワシの餌として重要なメソ動物の現存量の経年変動を引き起こしている可能性が示唆された。

キーワード：生態系モデル、栄養塩、ケイ藻、メソ動物プランクトン、カタクチイワシ
Keywords: ecosystem model, nutrient, diatom, meso-zooplankton, anchovy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of the temperature and fish size on metabolism and swimming performance of Pacific chub mackerel *Scomber japonicus* in the Northwest Pacific

*郭 晨穎[1]、伊藤 進一[1]、米田 道夫[2]、北野 載[2]
*Chenying Guo[1], Shin-ichi Ito[1], Michio Yoneda[2], Hajime Kitano[2]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. （国）水産研究・教育機構
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Fisheries Research and Education Agency Japan

Pacific chub mackerel (*Scomber japonicus*) is a small pelagic and important commercial fish species widely distributed throughout the coastal areas of the Northwestern, Northeastern, and Southeastern Pacific. Swimming energetic and metabolic data of Northwestern stock at two growth stage (young juvenile of 6.1±0.3 cm and immature of 16.5±1.4 cm fork length) were measured under various temperature (18˚C and 24˚C for young juvenile, 14˚C and 18˚C for immature) using a variable-speed swim-tunnel respirometer, and the new data were compared with the previous data from Northeastern Pacific stocks. For young juveniles, the maximum sustainable swimming speeds (U_{max}) was 50.0±6.5 cm s^{-1} at 24˚C, significantly higher than at 18˚C of 30.7±2.5 cm s^{-1}. For the immature individuals, U_{max} showed no significant increase while temperature changed from 14 to 18˚C, and did not vary significantly from Northeastern Pacific individuals within the same size range. At a given temperature of 18˚C, U_{max} of immatures was significantly higher than those of young juveniles. For all individuals, the mass-specific oxygen consumption rate (V_{O2}) increased exponentially with swimming speed (U, in cm s^{-1}). At a given speed, V_{O2} increased with temperature; at a given temperature of 18˚C, V_{O2} of immature individuals were lower than those of young juveniles. These effects of the temperature and fish size on V_{O2} were consistent with previous studies of chub mackerel of Northeastern stocks, however, compared with Northeastern stocks within the same size range, V_{O2} of Northwestern individuals acclimated to 14˚C did not vary at a given speed, while those acclimated to 18˚C showed higher V_{O2} , indicating the Northwestern stock was more sensitive for temperature on metabolism.

キーワード：Pacific chub mackerel、Scomber japonicus、swimming speed、metabolism、respirometer
Keywords: Pacific chub mackerel, Scomber japonicus, swimming speed, metabolism, respirometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sensitivity analyses of growth and migration of Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) in the East China Sea using a fish growth-migration model.

*伊藤 進一[1]、瀬藤 聡[2]、米田 道夫[2]、高橋 素光[2]、松山 倫也[3]、郭 晨穎[1]、北川 貴士[1]
*Shin-ichi Ito[1], Takashi Setou[2], Michio Yoneda[2], Motomitsu Takahashi[2], Michiya Matsuyama[3], Chenying Guo[1], Takashi Kitagawa[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 水産研究・教育機構、3. 九州大学
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Fisheries Research and Education Agency Japan, 3. Kyushu University

Japanese anchovy (Engraulis japonicus) is an important species not only as an exploited species but also as prey for variety of predators including marine mammals, tunas, mackerels, flounders, etc. However, the biomass of Japanese anchovy have shown large fluctuation and is one of the main actors of the fish species alternation responding to basin scale climate variabilities. From the stock management views, three sub-populations are defined in Japan: Pacific stock, Tsushima stock (also called the East China Sea stock), and Seto-inland Sea stock. There is evidence (different weights-at-age and longevity) of three sub-populations of anchovy within the Japan system. While he three sub-populations of anchovy share their spawning grounds, the migration route and nursery grounds are divided. In addition, while Seto-inland Sea sub-populations do not show a large migration, Pacific and Tsushima sub-populations make long distance ontogenetic migrations, On the contrary, there is no evidence of a similar migration of juvenile anchovies in the California Current system. Therefore, we are focusing on the movement (advection and migration) routes of eggs, larvae, and juveniles from the spawning grounds to the adult grounds. We developed a fish-migration and growth model using environmental conditions derived from simulations of a coupled ocean circulation and ecosystem model. For the ocean circulation model, a high resolution (1/10 deg.) FRA-ROMS (Fisheries Research Agency - Regional Ocean Modeling System) was used. For the marine ecosystem model, eNEMURO, an extended version of NEMURO (North Pacific Ecosystem Model for Understanding Regional Oceanography) was used. The larvae transported to southern part of Kyushu Island in Japan (current main fisheries ground for anchovy larvae) were reasonably reproduced in the model. The sensitivity analyses of swimming efficiency will be conducted respect to the migration route of anchovy.

キーワード：海洋生態系モデル、魚類成長ー回遊モデル、カタクチイワシ
Keywords: marine ecosystem model, fish growth-migration model, Japanese anchovy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 302 3F

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)、座長:Enrique Curchitser(Rutgers University)

The ocean accounts for about 50% of global net primary production. This production is significant for carbon cycling and ecosystem functioning, and is related directly or indirectly to a variety of climatic and ecological phenomena. The responses to natural and anthropogenic environmental stressors that influence marine production and diversity can cause perturbations to marine ecosystems that alter trophic dependencies and interactions among organisms at a range of space and time scales. Quantification of the principal mechanisms driving spatio-temporal variability of marine ecosystem remains to be done, especially in terms of evaluation of uncertainty in responses. As a result, evaluating vulnerability of marine ecosystems to environmental change requires systematic and holistic approaches that integrate physics to ecology and are based in observations and modelling. In addition, expectations to deliver these science to public society is raising. This session aims to provide a venue for not only discussing recent advances in understanding marine biogeochemical cycles, ecosystems and their interactions, but also networking with a variety of people to seed new ideas in marine ecological research. Observational, modeling and conceptual studies, including technological development and operational applications, that consider linkages among biogeochemical and ecosystem processes, biodiversity, and the effects of multiple stressors from molecular to planetary scales are encouraged.

13:45 ~ 14:05

[AOS12-11] Micro-scale patchiness enhances trophic transfer efficiency and potential plankton biodiversity

★Invited Papers

*山崎 秀勝[1]、Priyadarshi Anupam[2]、Smith Lan[3]、Mandal Sandip[4]、田中 衛[1] (1.東京海洋大学、2.Banaras Hindu University、3.海洋研究開発機構、4.Public Health Foundation of India)

14:05 ~ 14:20

[AOS12-12] 海底オブザバトリーを使用した微小凝集体の長期観測

*竹内 茉莉香[1,2]、Doubell Mark[3]、Mitchell Jim[2]、山崎 秀勝[1] (1.東京海洋大学、2.Flinders University、3.South Australia Research and Development Institute)

14:20 ~ 14:35

[AOS12-13] An insight into the area characteristic of seasonal change in nitrogen isotope ratio based on a marine nitrogen isotope model

*吉川 知里[1]、重光 雅仁[1]、山本 彬友[1]、岡 顕[2]、大河内 直彦[1] (1.海洋研究開発機構、2.東大大気海洋研)

14:35 ~ 14:50

[AOS12-14] **Modeling variability of ^{15}N stable isotope enrichment within the planktonic food chain**

*S. Lan Smith[1]、Yoshikazu Sasai[1]、Chisato Yoshikawa[2] (1.Marine Ecosystem Dynamics Research Group, RCGC, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokohama, Japan、2.Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, Japan)

14:50 ~ 15:05

[AOS12-15] Discussions

伊藤 進一[2]、*平田 貴文[1] (1.北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2.東京大学　大気海洋研究所)

15:05 ~ 15:15

Discussion

Micro-scale patchiness enhances trophic transfer efficiency and potential plankton biodiversity

*山崎 秀勝[1]、Priyadarshi Anupam[2]、Smith Lan[3]、Mandal Sandip[4]、田中 衛[1]
*Hidekatsu Yamazaki[1], Anupam Priyadarshi[2], Lan Smith[3], Sandip Mandal[4], Mamoru Tanaka[1]

1. 東京海洋大学、2. Banaras Hindu University、3. 海洋研究開発機構、4. Public Health Foundation of India
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Banaras Hindu University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Public Health Foundation of India

Recent observations have revealed ubiquitous intermittency in phytoplankton distributions at the micro (mm) scale, and a few recent modelling studies have suggested that this micro-scale variability impacts plankton ecosystem dynamics and biodiversity. Modelling is an essential tool for studying complex food webs, by linking the observed ecological patterns with experimental findings to understand mechanisms and make future predictions. However, so far almost all ecosystem models have been developed based on the mean-field approach, i.e. assuming well mixed environmental conditions within each discretely resolved grid cell. Although this is reasonable for examining patterns at the meso- (km) to global scales, it is not realistic for plankton, which experience micro-scale variability in aquatic environments where predator-prey overlap can substantially enhance trophic transfer. Similar to a recent study that addressed variability at the scale of ocean fronts, we have recently used Reynolds decomposition and truncated Taylor series to develop ‘moment closure’ models accounting for micro-scale variability in the distributions of Nutrients and Phytoplankton (NP closure model), and also Zooplankton (NPZ closure model). Compared to conventional ecosystem models based on the mean-field approach, these closure models yield qualitatively different dynamics.

Using a generalized plankton ecosystem modelling framework, including models of differing trophic complexity and with different grazing functional responses, we investigate how micro-scale variability affects plankton biodiversity and ecosystem function. Specifically, we apply the closure modelling approach to test the functional forms often assumed in ecosystem models against observed micro-scale intermittency as quantified by the coefficient of variation (CV) (ratio of standard deviation to mean) of micro-scale fluorescence field, which is a proxy for phytoplankton biomass. With both saturating and non-saturating grazing functions and in all model configurations considered, we find that micro-scale variability consistently supports the highest trophic level present, i.e. enhances Tansfer Efficiency, and expands the model stability domain, potentially sustaining biodiversity by allowing species with a wider range of trait values to coexist. Based on our observations and model results we hypothesise a novel answer to the “paradox of the plankton” (Hutchinson, 1961) for such calm, low-nutrient oceanic environments: Heretofore under-appreciated high levels of micro-scale variability may explain the great diversity of plankton present in these vast low-nutrient regions of the ocean.

キーワード：プランクトン、乱流、微細構造、生態系モデル
Keywords: plankton, turbulence, microstructures, ecosystem models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

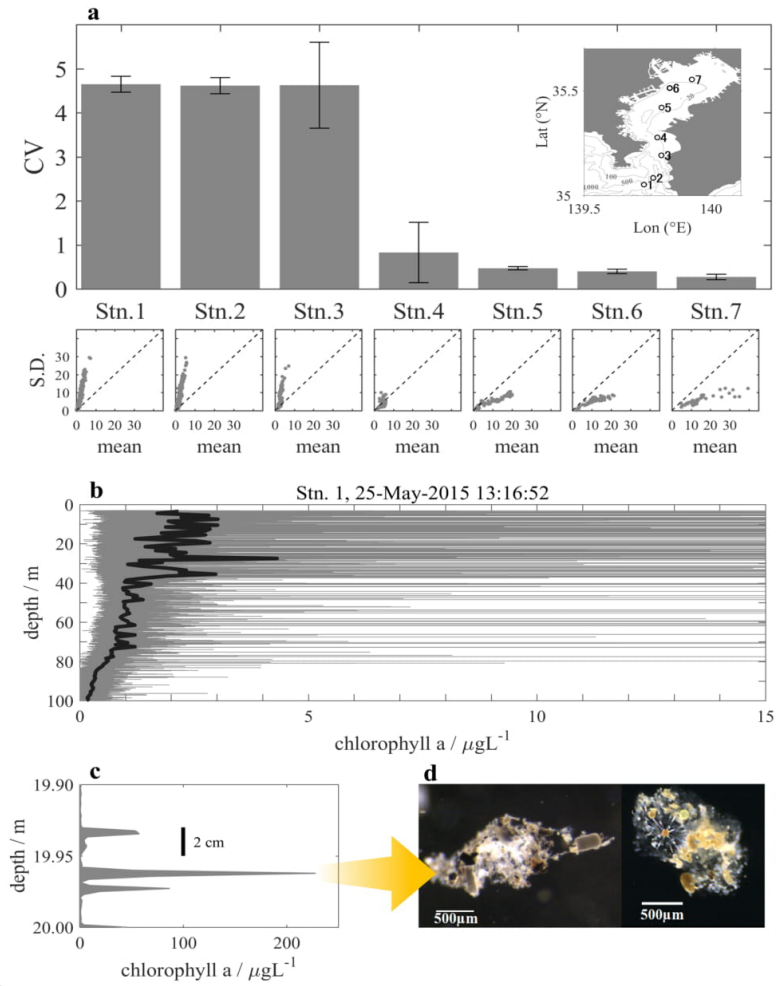


Figure: (a) Observation stations (open, numbered circles) in Tokyo bay, *CV* estimates (bar heights, with error bars indicating 99% confidence intervals) and corresponding scatter plots of observed standard deviation vs. mean of fluorescence data from each station (dotted lines showing one-to-one relationships). (b) Raw data (thin grey lines) and 1 m average values (thick black lines) from a vertical fluorescence profile acquired at stn. 1 by the laser sensor, which was calibrated with *in situ* water samples to obtain values in g chl L^{-1}. (c) A subset of peaks from the same profile around 20 m depth. Vertical thick black bar indicates a scale bar of 2 cm height. (d) Images of typical aggregates.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底オブザバトリーを使用した微小凝集体の長期観測
Long term observations of marine snow, using cabled observatory system

*竹内 茉莉香[1,2]、Doubell Mark[3]、Mitchell Jim[2]、山崎 秀勝[1]
*Marika Takeuchi[1,2], Mark Doubell[3], Jim Mitchell[2], Hidekatsu Yamazaki[1]

1. 東京海洋大学、2. Flinders University、3. South Australia Research and Development Institute
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Flinders University, 3. South Australia Research and Development Institute

Marine aggregates are formed through coagulation of small biogenic and non-biogenic components. Visible ones, known as marine snow, are typically larger than 0.5mm. Aggregates are well recognised as hotspots of microbial and planktonic activities. Aggregates formation is an important pathway for transferring organic matter from surface to deep ocean, hence the impatcs of aggregates in carbon flux is significant. However, field observations of aggregates have been challenging and not many long-term observational results have been reported.
In this study, we analysed in-situ observations of aggregates using a high-resolution plankton camera mounted on cabled observatory OCEANS. OCEANS has been continuously collecting hydrographic data and images of aggregates simultaneously since 2014. Here we will present a few months of in-situ observations results to show aggregates size and population change over time. Turbulence and other plankton distributions are compared to aggregates.

キーワード：マリンスノー、乱流、サイズ分布
Keywords: Marine snow, Turbulence, Size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An insight into the area characteristic of seasonal change in nitrogen isotope ratio based on a marine nitrogen isotope model

*吉川 知里[1]、重光 雅仁[1]、山本 彬友[1]、岡 顕[2]、大河内 直彦[1]
*Chisato Yoshikawa[1], Masahito Shigemitsu[1], Akitomo Yamamoto[1], Akira Oka[2], Naohiko Ohkouchi[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東大大気海洋研
1. JAMSTEC, 2. AORI

The condition of nitrogenous nutrient in the surface water is an important factor that determines the primary production and the carbon cycle in the ocean. Nitrogen isotope ratios ($\delta^{15}N$) of nitrate, sinking particles, sediments have been widely used as a proxy for the condition of nitrogenous nutrient in the surface water. However, the interpretation of $\delta^{15}N$ values are not simple. The $\delta^{15}N$ value of surface primary producer records $\delta^{15}N$ value of nitrate supplied to the euphotic layer, nitrate utilization efficiency and rate of N_2 fixation. As there are multiple possibilities for the interpretation, $\delta^{15}N$ values should be interpreted with ample consideration of the characteristics of surface nitrogen cycle by region. In this study we show the area characteristic of seasonal change in $\delta^{15}N$ value by using a global ocean nitrogen isotope model in order to improve the interpretation of observed $\delta^{15}N$ values. We installed a marine nitrogen isotope model (Yoshikawa et al., 2005) with denitrification (Shigemitsu et al., 2016) and N_2 fixation (Coles et al., 2007) schemes into an off-line biogeochemical model that is driven by climatological monthly mean physical fields obtained from the outputs of a preindustrial control simulation performed with MIROC 3.2 (K-1 Model Developers, 2004). The simulated $\delta^{15}N$ of sinking particles had a global distribution similar to the observed $\delta^{15}N$ of surface sediments (Tesdal et al., 2013). The simulated sinking particles were enriched in ^{15}N in the eastern and western tropical North Pacific and the Indian Ocean where water column denitrification occurs and were depleted in ^{15}N in the Sargasso Sea, the Kuroshio extension region, and the Indian Ocean where N_2 fixation occurs. The seasonal variations in $\delta^{15}N$ of sinking particles vary considerably from one region to another. In this talk, we will report the seasonal $\delta^{15}N$ patterns categorized by region and the factors in the determination of those seasonal patterns.

キーワード：海洋窒素循環、窒素同位体比、海洋生態系モデル
Keywords: Marine nitrogen cycle, Nitrogen isotope ratio, Marine ecosystem model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling variability of ^{15}N stable isotope enrichment within the planktonic food chain

*S. Lan Smith[1], Yoshikazu Sasai[1], Chisato Yoshikawa[2]

1. Marine Ecosystem Dynamics Research Group, RCGC, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokohama, Japan, 2. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, Japan

The stable isotope ^{15}N is widely used an indicator of trophic level, and has been incorporated into ecosystem models in order to understand nitrogen cycling and trophic transfer. However, such studies typically consider only the average enrichment per trophic level. We present a recently developed model of the dynamic fractionation of the stable isotope ^{15}N in lower-trophic ecosystems of the North Pacific. The model accounts for the dynamics of trophic transfer from nutrients (nitrate and ammonium) to phytoplankton, and to two idealized zooplankton compartments representing herbivores and carnivores, respectively. The $d^{15}N$ signal of herbivores tracks that of phytoplankton, with a nearly constant offset, i.e., enrichment by a nearly constant factor. However, the modeled $d^{15}N$ difference between carnivores and herbivores varies seasonally, and depends on the mortality rate (turnover time or effective lifespan) of the carnivores. Seasonal variations of modeled $d^{15}N$ signals differ with trophic level because carnivores integrate the signal from their ^{15}N uptake over longer timescales compared to herbivores. Thus, the model reproduces the lower observed variability of $d^{15}N$ for carnivorous zooplankton (chaetognaths) and the more variable $d^{15}N$ for largely herbivorous zooplankton (copepods). Our results imply that for interpreting observed $d^{15}N$ values, it is important to consider not only the average enrichment per trophic level, but also the dynamics of ^{15}N fractionation and the timing of observations, e.g. to avoid unrealistic estimates of trophic linkages based on seasonally biased observations.

Keywords: nutrients, predation, zooplankton, production, transfer efficiency

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discussions

伊藤 進一[2]、*平田 貴文[1]
Shin-ichi Ito[2], *Takafumi Hirata[1]

1. 北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2. 東京大学　大気海洋研究所
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Discussions

キーワード：海洋生態系、生物地球化学物質循環
Keywords: Marine Ecosystems, Biogeochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)

The ocean accounts for about 50% of global net primary production. This production is significant for carbon cycling and ecosystem functioning, and is related directly or indirectly to a variety of climatic and ecological phenomena. The responses to natural and anthropogenic environmental stressors that influence marine production and diversity can cause perturbations to marine ecosystems that alter trophic dependencies and interactions among organisms at a range of space and time scales. Quantification of the principal mechanisms driving spatio-temporal variability of marine ecosystem remains to be done, especially in terms of evaluation of uncertainty in responses. As a result, evaluating vulnerability of marine ecosystems to environmental change requires systematic and holistic approaches that integrate physics to ecology and are based in observations and modelling. In addition, expectations to deliver these science to public society is raising. This session aims to provide a venue for not only discussing recent advances in understanding marine biogeochemical cycles, ecosystems and their interactions, but also networking with a variety of people to seed new ideas in marine ecological research. Observational, modeling and conceptual studies, including technological development and operational applications, that consider linkages among biogeochemical and ecosystem processes, biodiversity, and the effects of multiple stressors from molecular to planetary scales are encouraged.

[AOS12-P01] 日本海の生態系に対する対馬海峡を経由する栄養塩輸送の影響

*柴野 良太[1]、森本 昭彦[1]、髙山 勝巳[2]、滝川 哲太郎[3]、伊藤 雅[4] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.九州大学応用力学研究所、3.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、4.水産研究・教育機構日本海区水産研究所)

[AOS12-P02] Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

*重光 雅仁[1]、青山 道夫[1]、土居 知将[1]、横川 太一[1]、村田 昌彦[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS12-P03] Reproduction of iron-rich intermediate water in the Sea of Okhotsk by high resolution biogeochemical model.

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、浩志 吉成[2]、拓也 中野渡[3]、中村 知裕[1]、内本 圭亮[4]、羽角 博康[5] (1.北海道大学低温科学研究所、2.国立環境研究所、3.北海道区水産研究所、4.地球環境産業技術研究機構、5.東京大学　大気海洋研究所)

[AOS12-P04] The global oceanic iron distribution estimated by data assimilation approach

*土居 知将[1]、長船 哲史[1]、増田 周平[1]、小畑 元[2]、三角 和弘[3]、西岡 純[4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学、3.電力中央研究所、4.北海道大学)

[AOS12-P05] A high-resolution multi-purpose particle tracking framework for coastal areas near Japan

*松村 義正[1]、桂 将太[1]、黒木 聖夫[2]、中野 英之[3]、山岸 孝輝[4] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.気象庁気象研究所、4.高度情報科学技術研究機構)

[AOS12-P06] Numerical study on seasonality of ocean litters collected at the Dongsha Island in the northern South China Sea

*Yi-Chia Hsin[1]、Chia-Ying Ko[2]、Ming-Shiou Jeng[3] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica、2.Institute of Fisheries Science, National Taiwan University、3.Biodiversity Research Center, Academia Sinica)

[AOS12-P07] A key spot and timing to monitor chlorophyll-a in the Kuroshio western boundary current

*平田 貴文[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[AOS12-P08] **Impacts of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region**

*Eko Siswanto[1]、Yoshikazu Sasai[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS12-P09] Diagnostic estimation and uncertainties of nutrient limitation of phytoplankton growth in Michaelis-Menten functional form

*橋岡 豪人[1]、相田 真希[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

[AOS12-P10] Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component

*坂本 天[1]、浦川 昇吾[2]、伊藤 幸彦[1]、羽角 博康[1]、田中 潔[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[AOS12-P11] Change in lower trophic level ecosystems to decadal scale variation of climate system in the North Pacific Ocean

*相田 真希[1]、田所 和明[2]、小室 芳樹[3]、橋岡 豪人[1]、原田 尚美[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.国立研究開発法人 海洋研究開発機構　北極環境変動総合研究センター)

[AOS12-P12] Estimation of experienced environment of jack mackerel in the East China Sea

*樋口 富彦[1]、高橋 素光[2]、白井 厚太朗[1]、伊藤 進一[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所)

日本海の生態系に対する対馬海峡を経由する栄養塩輸送の影響
Impact of the nutrient transport through the Tsushima Strait on the ecosystem in the Japan Sea

*柴野 良太[1]、森本 昭彦[1]、髙山 勝巳[2]、滝川 哲太郎[3]、伊藤 雅[4]
*Ryota Shibano[1], Akihiko Morimoto[1], Katsumi Takayama[2], Tetsutaro Takikawa[3], Masashi Ito[4]

1. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2. 九州大学応用力学研究所、3. 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、4. 水産研究・教育機構日本海区水産研究所
1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 3. Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University, 4. Fisheries Oceanography Department, Japan Sea National Fisheries Research Institute

日本海は対馬海峡をはじめとする狭く浅いいくつかの海峡でのみ外海と接続する半閉鎖海域である。対馬海峡を介し供給される栄養塩は東シナ海を介して供給され、それらは日本海沿岸部などの生態系に対し強い影響力をもつ。その起源は海洋からの供給源としては黒潮・台湾海峡・黄海からもたらされるものが多くあり、海洋外からの供給源としては長江・黄河・ダストによるものがある。我々は2005年から2017年までの対馬海峡における船舶観測データから、同海域における流量変動・栄養塩濃度などの経年変動を調べた。その結果、対馬海峡を通過する栄養塩輸送量は±50%程度増減していることがわかった。近年の報告から、経年変動で栄養塩輸送量が変動している時、前述の起源の寄与率も変動していることが指摘されている(Morimoto et al., 2012)。

我々は観測事実に基づいた領域海洋モデルに生態系モデルを統合した数値モデルを開発し、日本海および東シナ海におけるこれらの栄養塩動態について定量的に評価した。また黒潮・台湾海峡・長江・黄河・ダスト・底層(黄海)由来の各起源についても各輸送量と寄与率について定量的に評価することで、経年変動に伴いどのような時空間変動があらわれるかについて評価した。

キーワード：対馬暖流、栄養塩輸送、日本海
Keywords: Tsushima Warm Current, nutrient transport, the Sea of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

*重光 雅仁[1]、青山 道夫[1]、土居 知将[1]、横川 太一[1]、村田 昌彦[1]
*Masahito Shigemitsu[1], Michio Aoyama[1], Toshimasa Doi[1], Taichi Yokokawa[1], Akihiko Murata[1]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Using the new global nutrient data set, we re-evaluate basin-wide stoichiometric ratios of remineralization estimated by Anderson and Sarmiento (1994) (hereinafter, AS94). For the same latitudinal ranges of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans as in AS94, we construct one or two end-member mixing models on 14 neutral surfaces and estimate the stoichiometric ratios with a probabilistic approach. Unlike the results of AS94, significant vertical variations in the stoichiometry are found in the Atlantic and Pacific, while relatively constant stoichiometry with depth is found in the Indian Ocean, similar to AS94. The decreases in the C/P and $-O_2$/P ratios with depth in the Atlantic could be caused via dark DIC fixation by chemoautotrophs in the deep waters. In the Pacific, changes in organic matter composition with depth would be the most important factor in the increases in stoichiometry with depth. In all the basins, the N/P ratios are probably affected by benthic denitrification, as in AS94. The P/C/-O_2ratios (mean and $5^{th}$to 95^{th}percentile) are estimated to be 1/111(97 to 129)/155(149 to 163) in the depths below 2000 m of the Indian and Pacific Oceans, where DIC fixation and vertical change in organic matter composition have little influence on the stoichiometry estimates. We suggest that chemoautotrophic DIC fixation and the effect of change in organic matter composition with depth on the stoichiometry in waters above 2000 m should be considered for large-scale biogeochemical modeling and estimation of oceanic uptake of anthropogenic carbon from observational data.

キーワード：栄養塩、化学量論比、有機物分解
Keywords: nutrients, stoichiometric ratios, remineralization of organic matter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reproduction of iron-rich intermediate water in the Sea of Okhotsk by high resolution biogeochemical model.

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、浩志 吉成[2]、拓也 中野渡[3]、中村 知裕[1]、内本 圭亮[4]、羽角 博康[5]
*Hatsumi Nishikawa[1], Humio Mitsudera[1], Hiroshi Yoshinari[2], Takuya Nakanowatari[3], Tomohiro Nakamura[1], Keisuke Uchimoto[4], Hiroyasu Hasumi[5]

1. 北海道大学　低温科学研究所、2. 国立環境研究所、3. 北海道区水産研究所、4. 地球環境産業技術研究機構、5. 東京大学大気海洋研究所
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 4. Research Institute of Innovative Technology for the Earth, 5. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Recent observation studies suggest that iron supply from sediment on the northwest continental shelf the Okhotsk Sea plays an important role for the subarctic primary production (e.g. Nishioka et al., 2013). Dense shelf water (DSW) takes up iron from sediment, thereby transporting iron into the Okhotsk Sea intermediate water. However, observational data is still limited.

To clarify detailed structure of iron circulation in the North Pacific, we develop the high-resolution biogeochemical model. However, our model did not reproduce high iron concentration in the intermediate water the Sea of Okhotsk. We use biogeochemical model developed by Parekh et al. (2005). They set the value of total ligand concentration to constant value in all place. Recent observations, however, suggest that ligand concentration varies with sea area and depth. Then, we conducted a new experiment with the ligand concentration changed in the vertical direction. The iron concentration intermediate water of the new experiment becaame higher than before.

キーワード：高解像度モデル、中層水鉄、リガンド濃度
Keywords: High-resolution modeling, Iron-rich intermediate water, Ligand concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The global oceanic iron distribution estimated by data assimilation approach

*土居 知将[1]、長船 哲史[1]、増田 周平[1]、小畑 元[2]、三角 和弘[3]、西岡 純[4]
*Doi Toshimasa[1], Satoshi Osafune[1], Shuhei Masuda[1], Hajime Obata[2], Kazuhiro Misumi[3], Jun Nishioka[4]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学、3. 電力中央研究所、4. 北海道大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. The University of Tokyo, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. Hokkaido University

Since distribution of oceanic iron is considered as one of the restriction factors of phytoplankton activity, it is necessary for a pelagic lower trophic level ecosystem model to take into account the effect of iron. In this study, we constructed a three dimensional gridded data of oceanic iron concentration by using both available in situ observation and simple iron cycle model. For the physical process of iron transport, the advection/diffusion model was used along with the flow field of ESTOC (Estimated State of Global Ocean for Climate Research). The falling atmospheric dust in the sea-surface and flux from the sediment at sea floor of the coast were set as the input of the iron. The scavenging or desorption by particulate matter in the water column were employed as the control variables and we constructed the simple iron cycle model. The optimized set of control parameters was obtained based on a Green's function approach by using available in situ iron concentration observations. The results showed that the iron concentration in the southern hemisphere is lower than northern hemisphere, and the low iron regions were well reproduced around the regions of high nutrient / low chlorophyll. Moreover, it is suggested that the Atlantic Ocean is more affected by the atmospheric dust compared with the Pacific Ocean.

キーワード：海洋溶存鉄、データ同化
Keywords: oceanic iron, data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A high-resolution multi-purpose particle tracking framework for coastal areas near Japan

*松村 義正[1]、桂 将太[1]、黒木 聖夫[2]、中野 英之[3]、山岸 孝輝[4]
*Yoshimasa Matsumura[1], Shota Katsura[1], Masao Kurogi[2], Hideyuki Nakano[3], Takateru Yamagishi[4]

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 気象庁気象研究所、4. 高度情報科学技術研究機構
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency , 4. Research organization for Information Science and Technology

A comprehensive and multi-purpose particle tracking framework using latest high resolution velocity field in the coastal regions near Japan is developed.
The particle tracking system uses accurate fourth order Runge-Kutta method and implements random-walk based diffusivity, and is built-in the recent versions of MRI.com (an OGCM developed in Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency) and kinaco (a non-hydrostatic ocean model developed in Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo) for *on-line* use. Each particle is able to store up to seven arbitrary properties (such as size, age, exposed temperature, orientation, mass and buoyancy, etc.) and record the history of them.

The code is effectively parallelized (using MPI and OpenMP hybrid technique) and allows ~O(10^{10}) particles on modern massive-parallel supercomputers, and is also ported to GPU architecture using CUDA language.

This particle tracking framework has no particular target in a priori, and can be applied to various purposes for both physical oceanography (from large scale tracking of water masses to small scale modeling of suspended sediment matter or frazil ice crystals) and ocean biogeochemistry (tracking of trace elements, Laglangian modeling of plankton and detritus, individual based modeling of fishes and marine resources), only by defining appropriate properties and inserting a few lines of code that manipulats them corresponding to the particular target use.

In the presentation, we will introduce an application of this framework to the tracking of passive particles scattered in the coastal areas near Japan using velocity field provided by the latest very high resolution ocean modeling (~300 m mesh). Each model particle records its trajectory and the history of exposed environment, and can be interpreted as eggs or larvae (before acquiring swimming ability) of species of corresponding spawning areas and seasons as well as the tracers for small scale water mass exchanges.

キーワード：粒子追跡法
Keywords: Particle tracking system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical study on seasonality of ocean litters collected at the Dongsha Island in the northern South China Sea

*Yi-Chia Hsin[1], Chia-Ying Ko[2], Ming-Shiou Jeng[3]

1. Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica, 2. Institute of Fisheries Science, National Taiwan University, 3. Biodiversity Research Center, Academia Sinica

Distribution of ocean litters collected at the Dongsha Island, an isolated island in the northern South China Sea, shows a significant seasonal change. More litters were accumulated in the northern (southern) part of the island in winter (summer). By means of backward-tracking simulation by considering the effect of both ocean currents and winds (i.e., windage), a series of numerical experiments are carried out to clarify the possible source and mechanisms for the observational seasonal change of litters. Results exhibit that, in winter, low-windage litters are mainly from the western Philippine Sea via the Luzon Strait while the high-windage ones are contributed from the Taiwan Strait. In summer, litters from the southwestern South China Sea, i.e. east of Vietnam, could be a major origin.

Keywords: ocean litters, numercial study, South China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A key spot and timing to monitor chlorophyll-a in the Kuroshio western boundary current

*平田 貴文[1]
*Takafumi Hirata[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

The Kuroshio western boundary current originates from the subtropics in the Western Pacific and carries a thermal energy and oceanic water mass towards the north, including the south coasts and offshore islands of Japan. In spite of the oligotrophy of the origin water that the Kuroshio carries, the Kuroshio water is known for spawning and feeding grounds of commercial/non-commercial fish larvae, explaining a higher fisheries production in the region. Thus, it puzzles an oceanographic and ecological relationships among nutrient fields, standing stock and productivity of organisms. In order to understand the complex Kuroshio ecosystems, phytoplankton dynamics is investigated using remote sensing data, namely phytoplankton pigment or chlorophyll-a observed by Advanced Himawari Imager (AHI) onboard Himawari-8. The area-integrated, and the area average of, Kuroshio chlorophyll-a was found predictable from a chlorophyll-a measurement in the 134-136 ˚E, where the Kuroshio current direction is most stable between 130-150 ˚E . An analysis of short term variability (< 1 year) of the Kuroshio chlorophyll-a concentration revealed that a cumulative, and monthly average of, chlorophyll-a over a month in the Kuroshio surface water could be estimated from a chlorophyll-a measurement at a single day in the month. These results suggest that there is a key spot and timing to monitor the phytoplankton activities in the Kuroshio current.

キーワード：黒潮、クロロフィル、リモートセンシング
Keywords: Kuroshio, Chlorophyll, Remote Sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region

*Eko Siswanto[1], Yoshikazu Sasai[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Two-decade ocean color chlorophyll-a concentration (CHL, a metric of phytoplankton biomass) data from 1997 to 2017 were used to comprehend the impact of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region (KE) of the western North Pacific Ocean. The CHL data have 4-km and 8-day spatiotemporal resolution and were acquired from the ESA Ocean Colour-Climate Change Initiative (http://www.esa-oceancolour-cci.org/). Prior to defining spring bloom onset, spatiotemporal gaps in CHL data were filled by applying empirical orthogonal function-based interpolation. The analysis was mainly focused on the winter season (January-March) as oceanographic conditions during the winter largely control phytoplankton spring bloom in terms of both magnitude and onset. Based on winter sea surface height anomaly (SSHa), cyclonic eddies (negative SSHa) were dominant mainly within the periods from 1998 to 2001 and from 2005 to 2009, whereas anti-cyclonic eddies (positive SSHa) were dominant mainly within the periods from 2002 to 2004 and from 2011 to 2015. Based on datasets from all seasons, the concurrences of negative SSHa and positive phytoplankton chlorophyll anomaly (CHLa) were observed, albeit not always. This indicates an eddy-induced upwelling supplies nutrients to the near-surface layer. Upwelled nutrients eventually promote phytoplankton growth. Such a concurrence of low SSHa and high CHLa was less obvious during the winter indicating that another factor (such as intense winter vertical mixing) also non-trivially controlled nutrient input to the surface layer, and hence CHLa variability. Overall temporal mean indeed showed that the active cyclonic eddy area (approximately south of the Kuroshio Current main axis) was characterized by high CHLa, low SSHa, and shoaled mixed layer. In this study, a Cumulative Sum method was applied to find phytoplankton spring bloom onset. Correlation between SSHa and spring bloom onset time was investigated, and it was found that approximately over the active cyclonic eddy area, positive correlation between winter/late winter SSHa and time of spring bloom onset was observed. Such a positive correlation indicates that cyclonic eddies during the winter likely tended to advance phytoplankton spring bloom onset.

Keywords: Ocean color, Phytoplankton, Bloom onset, Upwelling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Diagnostic estimation and uncertainties of nutrient limitation of phytoplankton growth in Michaelis-Menten functional form

*橋岡 豪人[1]、相田 真希[1]
*Taketo Hashioka[1], Maki Noguchi Aita[1]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Science and Technology

Michaelis-Menten functional form (MM) is most widely used relationship of nutrient limitation of phytoplankton growth in large-scale ecosystem models. In MM functional form, the choice of parameter value of a half-saturation constant is a key point for controlling the strength of nutrient limitation. In general, the half-saturation constant increase with the size of the phytoplankton cell depending on the surface-to-volume ratio by diffusive hypothesis, and wide ranges of values are reported from observational studies. On the other hand, the most of Plankton Functional Types (PFT) models represent a phytoplankton type as one representative PFT with one global parameter. The parameter value is chosen in the observed range as a most reasonable value that could reproduce observed chl-a or nutrient concentration in each model. As a result, there are uncertainties of the global pattern of nutrient limitation among models. In this study, we diagnostically estimated the nutrient limitation using various parameter set of different global PFT models form CMIP5 together with the observation based nutrient concentrations (World Ocean Atlas for macro nutrient and multi-model median for dissolved iron and ammonium concentration). Then we show uncertainties and robustness of estimation of nutrient limitation in the current PFT models with MM functional form.

キーワード：プランクトン機能タイプモデル、ミカエリスメンテン式
Keywords: Plankton Functional Types model, Michaelis-Menten functional form

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component

*坂本 天[1]、浦川 昇吾[2]、伊藤 幸彦[1]、羽角 博康[1]、田中 潔[1]
*Takashi T Sakamoto[1], L. Shogo Urakawa[2], Sachihiko Itoh[1], Hiroyasu Hasumi[1], Kiyoshi Tanaka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 気象庁気象研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorologica Agancy

Otsuchi Bay is located on the northeast coast of Honshu Island, Japan, where was extensively damaged by the huge tsunamis caused by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. Motivated by how the biogeochemical circumstance and fishery resource recover, some observations have been conducted in the bay, but those have not been enough because of several restrictions and human resources. Aimed at filling the observational shortage and the acquirement of some information about physical and low trophic fields, a modeling approach has been discussed. Using a triply-nested OGCM and a downscaling method, the authors succeeded to reproduce seasonal variability of the circulation in the bay, and also showed a seasonality of the water exchange mechanism between the bay and the open ocean (Sakamoto et al. 2017). In order to know the low trophic processes in the bay, a numerical simulation using a nested OGCM with a NPZD model is conducted. The OGCM is an improved version of Sakamoto et al’ s (2017) model, and the NPZD one is based on Nagata and Hasumi (2014). In this poster, our modeling strategy and some results will be presented. The final goal of this study is to perform hindcasting simulations of the bay with realistic boundary conditions, that are the river runoff, the atmospheric forcings, and the open ocean states.

キーワード：ダウンスケーリング、ネストモデル、NPZDモデル
Keywords: downscaling, nest-modeling, NPZD model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Change in lower trophic level ecosystems to decadal scale variation of climate system in the North Pacific Ocean

*相田 真希[1]、田所 和明[2]、小室 芳樹[3]、橋岡 豪人[1]、原田 尚美[1]
*Maki Noguchi Aita[1], Kazuaki Tadokoro[2], Yoshiki Komuro[3], Taketo Hashioka[1], Naomi Harada[1]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構　北極環境変動総合研究センター
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 3. Institute of Arctic Climate and Environment Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The changes related to interdecadal climate variations, such as the Pacific Decadal Oscillation and the 18.6-y tidal cycle, have been discussed in many marine ecosystem studies. By analyzing data from observation of nutrient concentrations, decreasing and increasing trends of nutrients in the surface and subsurface layers, have been reported in many studies. Changes have also been observed in the biomass of phytoplankton and zooplankton. To clarify variability of lower trophic level productivity and its controlling factor, we simulated changes in the marine ecosystem caused by interdecadal climate variability, using the JRA55-do (Japanese 55-year atmospheric reanalysis) dataset from 1958 to 2017 to drive an ecosystem model, NEMURO, embedded in a global three-dimensional physical-biological coupled model, ‘COCO-NEMURO’. We compared and verified ecosystem model results with observations of phytoplankton and zooplankton species composition data collected by the Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA). Our model results showed that changes in biomass and nutrient concentration greatly differ depending on the region. According to our model results, sea surface temperature (SST) was very low during mid 1960s to mid 1970s, then SST increased after the mid 1970s to the end of 1990s in the western subarctic North Pacific. Changes in phytoplankton biomass was follow to this. However, the change in SST and phytoplankton and zooplankton biomass were contrary to this in the western subtropical North Pacific. We also checked decadal time series of annual mean sea ice concentration, SST, and phytoplankton biomass in the eastern Bering Sea and the western Arctic. The simulated sea ice concentration in the eastern Bering Sea decreased from the late 1970s to the early 1980s, while it was higher in the early 1990s and the late 2000s. The SST had its peaks in the late 1970s and the early 2000s. The phytoplankton biomass was inversely correlated with the sea ice concentration. In the western Arctic, the simulated sea ice concentration (SST) showed negative (positive) trends on the decadal timescale. The phytoplankton biomass has also been increasing, but its trend was not so simple. To elucidate the mechanism that sustains marine ecosystems, we will also analyze focusing on primary producers and zooplankton to key link to higher trophic levels.

キーワード：気候変化、10年規模変動、海洋低次生態系、海洋生態系モデル’NEMURO’
Keywords: Climate change, decadal change, lower trophic marine ecosystem, marine ecosystem model 'NEMURO'

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of experienced environment of jack mackerel in the East China Sea

*樋口 富彦[1]、高橋 素光[2]、白井 厚太朗[1]、伊藤 進一[1]
*Tomihiko Higuchi[1], Motomitsu Takahashi[2], Kotaro Shirai[1], Shin-ichi Ito[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Seikai National Fisheries Research Institute,FRA

Jack mackerel *Trachurus japonicus* is distributed on the continental shelf waters along the subtropical Kuroshio Current and the Tsushima Warm Current in the western North Pacific. The East China Sea (ECS) is one of major region for jack mackerel and understanding the recruitment processes of jack mackerel into the fishing grounds in the ECS is important. However, marine environment such as water temperature that jack mackerel actually experiences is not directly observed yet. In this study, oxygen ($\delta^{18}O$) and carbon ($\delta^{13}C$) stable isotope of jack mackerel otolith were analyzed and the experienced environment was estimated. When we compared $\delta^{18}O$ of otolith caught in between three different station with different temperature, average of $\delta^{18}O$ varied and was negatively correlated with water temperature of sampling station. Most of individual indicated that $\delta^{13}C$ relatively increased from core part to edge in otolith. Thus, these results suggest that otolith of jack mackerel recorded experienced environment. However, because jack mackerel migrate vertically, it needs to consider vertical profile of seawater temperature and other parameters such as salinity and prey availability. A combination with fish distribution information and ecological modeling may help the improvement of estimation for detail experienced environment.

キーワード：fish otolith、isotope analysis、experienced environment、fish migration
Keywords: fish otolith, isotope analysis, experienced environment, fish migration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[A-OS12] Marine ecosystems and biogeochemical cycles: theory, observation and modeling

コンビーナ:伊藤 進一(東京大学大気海洋研究所)、平田 貴文(北海道大学地球環境科学研究院)、Enrique N Curchitser(Rutgers University New Brunswick)、Eileen E Hofmann(Old Dominion University)

The ocean accounts for about 50% of global net primary production. This production is significant for carbon cycling and ecosystem functioning, and is related directly or indirectly to a variety of climatic and ecological phenomena. The responses to natural and anthropogenic environmental stressors that influence marine production and diversity can cause perturbations to marine ecosystems that alter trophic dependencies and interactions among organisms at a range of space and time scales. Quantification of the principal mechanisms driving spatio-temporal variability of marine ecosystem remains to be done, especially in terms of evaluation of uncertainty in responses. As a result, evaluating vulnerability of marine ecosystems to environmental change requires systematic and holistic approaches that integrate physics to ecology and are based in observations and modelling. In addition, expectations to deliver these science to public society is raising. This session aims to provide a venue for not only discussing recent advances in understanding marine biogeochemical cycles, ecosystems and their interactions, but also networking with a variety of people to seed new ideas in marine ecological research. Observational, modeling and conceptual studies, including technological development and operational applications, that consider linkages among biogeochemical and ecosystem processes, biodiversity, and the effects of multiple stressors from molecular to planetary scales are encouraged.

[AOS12-P01] 日本海の生態系に対する対馬海峡を経由する栄養塩輸送の影響

*柴野 良太[1]、森本 昭彦[1]、髙山 勝巳[2]、滝川 哲太郎[3]、伊藤 雅[4] (1.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2.九州大学応用力学研究所、3.長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、4.水産研究・教育機構日本海区水産研究所)

[AOS12-P02] Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

*重光 雅仁[1]、青山 道夫[1]、土居 知将[1]、横川 太一[1]、村田 昌彦[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

[AOS12-P03] Reproduction of iron-rich intermediate water in the Sea of Okhotsk by high resolution biogeochemical model.

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、浩志 吉成[2]、拓也 中野渡[3]、中村 知裕[1]、内本 圭亮[4]、羽角 博康[5] (1.北海道大学低温科学研究所、2.国立環境研究所、3.北海道区水産研究所、4.地球環境産業技術研究機構、5.東京大学　大気海洋研究所)

[AOS12-P04] The global oceanic iron distribution estimated by data assimilation approach

*土居 知将[1]、長船 哲史[1]、増田 周平[1]、小畑 元[2]、三角 和弘[3]、西岡 純[4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学、3.電力中央研究所、4.北海道大学)

[AOS12-P05] A high-resolution multi-purpose particle tracking framework for coastal areas near Japan

*松村 義正[1]、桂 将太[1]、黒木 聖夫[2]、中野 英之[3]、山岸 孝輝[4] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.気象庁気象研究所、4.高度情報科学技術研究機構)

[AOS12-P06] Numerical study on seasonality of ocean litters collected at the Dongsha Island in the northern South China Sea

*Yi-Chia Hsin[1]、Chia-Ying Ko[2]、Ming-Shiou Jeng[3] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica、2.Institute of Fisheries Science, National Taiwan University、3.Biodiversity Research Center, Academia Sinica)

[AOS12-P07] A key spot and timing to monitor chlorophyll-a in the Kuroshio western boundary current

*平田 貴文[1] (1.北海道大学地球環境科学研究院)

[AOS12-P08] **Impacts of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region**

*Eko Siswanto[1]、Yoshikazu Sasai[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS12-P09] Diagnostic estimation and uncertainties of nutrient limitation of phytoplankton growth in Michaelis-Menten functional form

*橋岡 豪人[1]、相田 真希[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構)

[AOS12-P10] Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component

*坂本 天[1]、浦川 昇吾[2]、伊藤 幸彦[1]、羽角 博康[1]、田中 潔[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[AOS12-P11] Change in lower trophic level ecosystems to decadal scale variation of climate system in the North Pacific Ocean

*相田 真希[1]、田所 和明[2]、小室 芳樹[3]、橋岡 豪人[1]、原田 尚美[1] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.国立研究開発法人 海洋研究開発機構　北極環境変動総合研究センター)

[AOS12-P12] Estimation of experienced environment of jack mackerel in the East China Sea

*樋口 富彦[1]、高橋 素光[2]、白井 厚太朗[1]、伊藤 進一[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所)

日本海の生態系に対する対馬海峡を経由する栄養塩輸送の影響
Impact of the nutrient transport through the Tsushima Strait on the ecosystem in the Japan Sea

*柴野 良太[1]、森本 昭彦[1]、髙山 勝巳[2]、滝川 哲太郎[3]、伊藤 雅[4]
*Ryota Shibano[1], Akihiko Morimoto[1], Katsumi Takayama[2], Tetsutaro Takikawa[3], Masashi Ito[4]

1. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、2. 九州大学応用力学研究所、3. 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科、4. 水産研究・教育機構日本海区水産研究所
1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 3. Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University, 4. Fisheries Oceanography Department, Japan Sea National Fisheries Research Institute

日本海は対馬海峡をはじめとする狭く浅いいくつかの海峡でのみ外海と接続する半閉鎖海域である。対馬海峡を介し供給される栄養塩は東シナ海を介して供給され、それらは日本海沿岸部などの生態系に対し強い影響力をもつ。その起源は海洋からの供給源としては黒潮・台湾海峡・黄海からもたらされるものが多くあり、海洋外からの供給源としては長江・黄河・ダストによるものがある。我々は2005年から2017年までの対馬海峡における船舶観測データから、同海域における流量変動・栄養塩濃度などの経年変動を調べた。その結果、対馬海峡を通過する栄養塩輸送量は±50%程度増減していることがわかった。近年の報告から、経年変動で栄養塩輸送量が変動している時、前述の起源の寄与率も変動していることが指摘されている(Morimoto et al., 2012)。

我々は観測事実に基づいた領域海洋モデルに生態系モデルを統合した数値モデルを開発し、日本海および東シナ海におけるこれらの栄養塩動態について定量的に評価した。また黒潮・台湾海峡・長江・黄河・ダスト・底層(黄海)由来の各起源についても各輸送量と寄与率について定量的に評価することで、経年変動に伴いどのような時空間変動があらわれるかについて評価した。

キーワード：対馬暖流、栄養塩輸送、日本海
Keywords: Tsushima Warm Current, nutrient transport, the Sea of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

Revisiting vertical variations in stoichiometry during oceanic organic matter decomposition

*重光 雅仁[1]、青山 道夫[1]、土居 知将[1]、横川 太一[1]、村田 昌彦[1]
*Masahito Shigemitsu[1], Michio Aoyama[1], Toshimasa Doi[1], Taichi Yokokawa[1], Akihiko Murata[1]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Using the new global nutrient data set, we re-evaluate basin-wide stoichiometric ratios of remineralization estimated by Anderson and Sarmiento (1994) (hereinafter, AS94). For the same latitudinal ranges of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans as in AS94, we construct one or two end-member mixing models on 14 neutral surfaces and estimate the stoichiometric ratios with a probabilistic approach. Unlike the results of AS94, significant vertical variations in the stoichiometry are found in the Atlantic and Pacific, while relatively constant stoichiometry with depth is found in the Indian Ocean, similar to AS94. The decreases in the C/P and $-O_2$/P ratios with depth in the Atlantic could be caused via dark DIC fixation by chemoautotrophs in the deep waters. In the Pacific, changes in organic matter composition with depth would be the most important factor in the increases in stoichiometry with depth. In all the basins, the N/P ratios are probably affected by benthic denitrification, as in AS94. The P/C/-O_2ratios (mean and $5^{th}$to 95^{th}percentile) are estimated to be 1/111(97 to 129)/155(149 to 163) in the depths below 2000 m of the Indian and Pacific Oceans, where DIC fixation and vertical change in organic matter composition have little influence on the stoichiometry estimates. We suggest that chemoautotrophic DIC fixation and the effect of change in organic matter composition with depth on the stoichiometry in waters above 2000 m should be considered for large-scale biogeochemical modeling and estimation of oceanic uptake of anthropogenic carbon from observational data.

キーワード：栄養塩、化学量論比、有機物分解
Keywords: nutrients, stoichiometric ratios, remineralization of organic matter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reproduction of iron-rich intermediate water in the Sea of Okhotsk by high resolution biogeochemical model.

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、浩志 吉成[2]、拓也 中野渡[3]、中村 知裕[1]、内本 圭亮[4]、羽角 博康[5]
*Hatsumi Nishikawa[1], Humio Mitsudera[1], Hiroshi Yoshinari[2], Takuya Nakanowatari[3], Tomohiro Nakamura[1], Keisuke Uchimoto[4], Hiroyasu Hasumi[5]

1. 北海道大学　低温科学研究所、2. 国立環境研究所、3. 北海道区水産研究所、4. 地球環境産業技術研究機構、5. 東京大学大気海洋研究所
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 4. Research Institute of Innovative Technology for the Earth, 5. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Recent observation studies suggest that iron supply from sediment on the northwest continental shelf the Okhotsk Sea plays an important role for the subarctic primary production (e.g. Nishioka et al., 2013). Dense shelf water (DSW) takes up iron from sediment, thereby transporting iron into the Okhotsk Sea intermediate water. However, observational data is still limited.

To clarify detailed structure of iron circulation in the North Pacific, we develop the high-resolution biogeochemical model. However, our model did not reproduce high iron concentration in the intermediate water the Sea of Okhotsk. We use biogeochemical model developed by Parekh et al. (2005). They set the value of total ligand concentration to constant value in all place. Recent observations, however, suggest that ligand concentration varies with sea area and depth. Then, we conducted a new experiment with the ligand concentration changed in the vertical direction. The iron concentration intermediate water of the new experiment becaame higher than before.

キーワード：高解像度モデル、中層水鉄、リガンド濃度
Keywords: High-resolution modeling, Iron-rich intermediate water, Ligand concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The global oceanic iron distribution estimated by data assimilation approach

*土居 知将[1]、長船 哲史[1]、増田 周平[1]、小畑 元[2]、三角 和弘[3]、西岡 純[4]
*Doi Toshimasa[1], Satoshi Osafune[1], Shuhei Masuda[1], Hajime Obata[2], Kazuhiro Misumi[3], Jun Nishioka[4]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学、3. 電力中央研究所、4. 北海道大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. The University of Tokyo, 3. Central Research Institute of Electric Power Industry, 4. Hokkaido University

Since distribution of oceanic iron is considered as one of the restriction factors of phytoplankton activity, it is necessary for a pelagic lower trophic level ecosystem model to take into account the effect of iron. In this study, we constructed a three dimensional gridded data of oceanic iron concentration by using both available in situ observation and simple iron cycle model. For the physical process of iron transport, the advection/diffusion model was used along with the flow field of ESTOC (Estimated State of Global Ocean for Climate Research). The falling atmospheric dust in the sea-surface and flux from the sediment at sea floor of the coast were set as the input of the iron. The scavenging or desorption by particulate matter in the water column were employed as the control variables and we constructed the simple iron cycle model. The optimized set of control parameters was obtained based on a Green's function approach by using available in situ iron concentration observations. The results showed that the iron concentration in the southern hemisphere is lower than northern hemisphere, and the low iron regions were well reproduced around the regions of high nutrient / low chlorophyll. Moreover, it is suggested that the Atlantic Ocean is more affected by the atmospheric dust compared with the Pacific Ocean.

キーワード：海洋溶存鉄、データ同化
Keywords: oceanic iron, data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A high-resolution multi-purpose particle tracking framework for coastal areas near Japan

*松村 義正[1]、桂 将太[1]、黒木 聖夫[2]、中野 英之[3]、山岸 孝輝[4]
*Yoshimasa Matsumura[1], Shota Katsura[1], Masao Kurogi[2], Hideyuki Nakano[3], Takateru Yamagishi[4]

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 気象庁気象研究所、4. 高度情報科学技術研究機構
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency , 4. Research organization for Information Science and Technology

A comprehensive and multi-purpose particle tracking framework using latest high resolution velocity field in the coastal regions near Japan is developed.
The particle tracking system uses accurate fourth order Runge-Kutta method and implements random-walk based diffusivity, and is built-in the recent versions of MRI.com (an OGCM developed in Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency) and kinaco (a non-hydrostatic ocean model developed in Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo) for *on-line* use. Each particle is able to store up to seven arbitrary properties (such as size, age, exposed temperature, orientation, mass and buoyancy, etc.) and record the history of them.

The code is effectively parallelized (using MPI and OpenMP hybrid technique) and allows ~O(10^{10}) particles on modern massive-parallel supercomputers, and is also ported to GPU architecture using CUDA language.

This particle tracking framework has no particular target in a priori, and can be applied to various purposes for both physical oceanography (from large scale tracking of water masses to small scale modeling of suspended sediment matter or frazil ice crystals) and ocean biogeochemistry (tracking of trace elements, Laglangian modeling of plankton and detritus, individual based modeling of fishes and marine resources), only by defining appropriate properties and inserting a few lines of code that manipulats them corresponding to the particular target use.

In the presentation, we will introduce an application of this framework to the tracking of passive particles scattered in the coastal areas near Japan using velocity field provided by the latest very high resolution ocean modeling (~300 m mesh). Each model particle records its trajectory and the history of exposed environment, and can be interpreted as eggs or larvae (before acquiring swimming ability) of species of corresponding spawning areas and seasons as well as the tracers for small scale water mass exchanges.

キーワード：粒子追跡法
Keywords: Particle tracking system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical study on seasonality of ocean litters collected at the Dongsha Island in the northern South China Sea

*Yi-Chia Hsin[1], Chia-Ying Ko[2], Ming-Shiou Jeng[3]

1. Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica, 2. Institute of Fisheries Science, National Taiwan University, 3. Biodiversity Research Center, Academia Sinica

Distribution of ocean litters collected at the Dongsha Island, an isolated island in the northern South China Sea, shows a significant seasonal change. More litters were accumulated in the northern (southern) part of the island in winter (summer). By means of backward-tracking simulation by considering the effect of both ocean currents and winds (i.e., windage), a series of numerical experiments are carried out to clarify the possible source and mechanisms for the observational seasonal change of litters. Results exhibit that, in winter, low-windage litters are mainly from the western Philippine Sea via the Luzon Strait while the high-windage ones are contributed from the Taiwan Strait. In summer, litters from the southwestern South China Sea, i.e. east of Vietnam, could be a major origin.

Keywords: ocean litters, numercial study, South China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A key spot and timing to monitor chlorophyll-a in the Kuroshio western boundary current

*平田 貴文[1]
*Takafumi Hirata[1]

1. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

The Kuroshio western boundary current originates from the subtropics in the Western Pacific and carries a thermal energy and oceanic water mass towards the north, including the south coasts and offshore islands of Japan. In spite of the oligotrophy of the origin water that the Kuroshio carries, the Kuroshio water is known for spawning and feeding grounds of commercial/non-commercial fish larvae, explaining a higher fisheries production in the region. Thus, it puzzles an oceanographic and ecological relationships among nutrient fields, standing stock and productivity of organisms. In order to understand the complex Kuroshio ecosystems, phytoplankton dynamics is investigated using remote sensing data, namely phytoplankton pigment or chlorophyll-a observed by Advanced Himawari Imager (AHI) onboard Himawari-8. The area-integrated, and the area average of, Kuroshio chlorophyll-a was found predictable from a chlorophyll-a measurement in the 134-136 ˚E, where the Kuroshio current direction is most stable between 130-150 ˚E . An analysis of short term variability (< 1 year) of the Kuroshio chlorophyll-a concentration revealed that a cumulative, and monthly average of, chlorophyll-a over a month in the Kuroshio surface water could be estimated from a chlorophyll-a measurement at a single day in the month. These results suggest that there is a key spot and timing to monitor the phytoplankton activities in the Kuroshio current.

キーワード：黒潮、クロロフィル、リモートセンシング
Keywords: Kuroshio, Chlorophyll, Remote Sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region

*Eko Siswanto[1], Yoshikazu Sasai[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Two-decade ocean color chlorophyll-a concentration (CHL, a metric of phytoplankton biomass) data from 1997 to 2017 were used to comprehend the impact of cyclonic eddies on phytoplankton biomass and phenology in the Kuroshio Extension region (KE) of the western North Pacific Ocean. The CHL data have 4-km and 8-day spatiotemporal resolution and were acquired from the ESA Ocean Colour-Climate Change Initiative (http://www.esa-oceancolour-cci.org/). Prior to defining spring bloom onset, spatiotemporal gaps in CHL data were filled by applying empirical orthogonal function-based interpolation. The analysis was mainly focused on the winter season (January-March) as oceanographic conditions during the winter largely control phytoplankton spring bloom in terms of both magnitude and onset. Based on winter sea surface height anomaly (SSHa), cyclonic eddies (negative SSHa) were dominant mainly within the periods from 1998 to 2001 and from 2005 to 2009, whereas anti-cyclonic eddies (positive SSHa) were dominant mainly within the periods from 2002 to 2004 and from 2011 to 2015. Based on datasets from all seasons, the concurrences of negative SSHa and positive phytoplankton chlorophyll anomaly (CHLa) were observed, albeit not always. This indicates an eddy-induced upwelling supplies nutrients to the near-surface layer. Upwelled nutrients eventually promote phytoplankton growth. Such a concurrence of low SSHa and high CHLa was less obvious during the winter indicating that another factor (such as intense winter vertical mixing) also non-trivially controlled nutrient input to the surface layer, and hence CHLa variability. Overall temporal mean indeed showed that the active cyclonic eddy area (approximately south of the Kuroshio Current main axis) was characterized by high CHLa, low SSHa, and shoaled mixed layer. In this study, a Cumulative Sum method was applied to find phytoplankton spring bloom onset. Correlation between SSHa and spring bloom onset time was investigated, and it was found that approximately over the active cyclonic eddy area, positive correlation between winter/late winter SSHa and time of spring bloom onset was observed. Such a positive correlation indicates that cyclonic eddies during the winter likely tended to advance phytoplankton spring bloom onset.

Keywords: Ocean color, Phytoplankton, Bloom onset, Upwelling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Diagnostic estimation and uncertainties of nutrient limitation of phytoplankton growth in Michaelis-Menten functional form

*橋岡 豪人[1]、相田 真希[1]
*Taketo Hashioka[1], Maki Noguchi Aita[1]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Science and Technology

Michaelis-Menten functional form (MM) is most widely used relationship of nutrient limitation of phytoplankton growth in large-scale ecosystem models. In MM functional form, the choice of parameter value of a half-saturation constant is a key point for controlling the strength of nutrient limitation. In general, the half-saturation constant increase with the size of the phytoplankton cell depending on the surface-to-volume ratio by diffusive hypothesis, and wide ranges of values are reported from observational studies. On the other hand, the most of Plankton Functional Types (PFT) models represent a phytoplankton type as one representative PFT with one global parameter. The parameter value is chosen in the observed range as a most reasonable value that could reproduce observed chl-a or nutrient concentration in each model. As a result, there are uncertainties of the global pattern of nutrient limitation among models. In this study, we diagnostically estimated the nutrient limitation using various parameter set of different global PFT models form CMIP5 together with the observation based nutrient concentrations (World Ocean Atlas for macro nutrient and multi-model median for dissolved iron and ammonium concentration). Then we show uncertainties and robustness of estimation of nutrient limitation in the current PFT models with MM functional form.

キーワード：プランクトン機能タイプモデル、ミカエリスメンテン式
Keywords: Plankton Functional Types model, Michaelis-Menten functional form

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component

*坂本 天[1]、浦川 昇吾[2]、伊藤 幸彦[1]、羽角 博康[1]、田中 潔[1]
*Takashi T Sakamoto[1], L. Shogo Urakawa[2], Sachihiko Itoh[1], Hiroyasu Hasumi[1], Kiyoshi Tanaka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 気象庁気象研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorologica Agancy

Otsuchi Bay is located on the northeast coast of Honshu Island, Japan, where was extensively damaged by the huge tsunamis caused by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. Motivated by how the biogeochemical circumstance and fishery resource recover, some observations have been conducted in the bay, but those have not been enough because of several restrictions and human resources. Aimed at filling the observational shortage and the acquirement of some information about physical and low trophic fields, a modeling approach has been discussed. Using a triply-nested OGCM and a downscaling method, the authors succeeded to reproduce seasonal variability of the circulation in the bay, and also showed a seasonality of the water exchange mechanism between the bay and the open ocean (Sakamoto et al. 2017). In order to know the low trophic processes in the bay, a numerical simulation using a nested OGCM with a NPZD model is conducted. The OGCM is an improved version of Sakamoto et al’ s (2017) model, and the NPZD one is based on Nagata and Hasumi (2014). In this poster, our modeling strategy and some results will be presented. The final goal of this study is to perform hindcasting simulations of the bay with realistic boundary conditions, that are the river runoff, the atmospheric forcings, and the open ocean states.

キーワード：ダウンスケーリング、ネストモデル、NPZDモデル
Keywords: downscaling, nest-modeling, NPZD model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Change in lower trophic level ecosystems to decadal scale variation of climate system in the North Pacific Ocean

*相田 真希[1]、田所 和明[2]、小室 芳樹[3]、橋岡 豪人[1]、原田 尚美[1]
*Maki Noguchi Aita[1], Kazuaki Tadokoro[2], Yoshiki Komuro[3], Taketo Hashioka[1], Naomi Harada[1]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター、2. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構　北極環境変動総合研究センター
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 3. Institute of Arctic Climate and Environment Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The changes related to interdecadal climate variations, such as the Pacific Decadal Oscillation and the 18.6-y tidal cycle, have been discussed in many marine ecosystem studies. By analyzing data from observation of nutrient concentrations, decreasing and increasing trends of nutrients in the surface and subsurface layers, have been reported in many studies. Changes have also been observed in the biomass of phytoplankton and zooplankton. To clarify variability of lower trophic level productivity and its controlling factor, we simulated changes in the marine ecosystem caused by interdecadal climate variability, using the JRA55-do (Japanese 55-year atmospheric reanalysis) dataset from 1958 to 2017 to drive an ecosystem model, NEMURO, embedded in a global three-dimensional physical-biological coupled model, ‘COCO-NEMURO’. We compared and verified ecosystem model results with observations of phytoplankton and zooplankton species composition data collected by the Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency (FRA). Our model results showed that changes in biomass and nutrient concentration greatly differ depending on the region. According to our model results, sea surface temperature (SST) was very low during mid 1960s to mid 1970s, then SST increased after the mid 1970s to the end of 1990s in the western subarctic North Pacific. Changes in phytoplankton biomass was follow to this. However, the change in SST and phytoplankton and zooplankton biomass were contrary to this in the western subtropical North Pacific. We also checked decadal time series of annual mean sea ice concentration, SST, and phytoplankton biomass in the eastern Bering Sea and the western Arctic. The simulated sea ice concentration in the eastern Bering Sea decreased from the late 1970s to the early 1980s, while it was higher in the early 1990s and the late 2000s. The SST had its peaks in the late 1970s and the early 2000s. The phytoplankton biomass was inversely correlated with the sea ice concentration. In the western Arctic, the simulated sea ice concentration (SST) showed negative (positive) trends on the decadal timescale. The phytoplankton biomass has also been increasing, but its trend was not so simple. To elucidate the mechanism that sustains marine ecosystems, we will also analyze focusing on primary producers and zooplankton to key link to higher trophic levels.

キーワード：気候変化、10年規模変動、海洋低次生態系、海洋生態系モデル’NEMURO’
Keywords: Climate change, decadal change, lower trophic marine ecosystem, marine ecosystem model 'NEMURO'

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of experienced environment of jack mackerel in the East China Sea

*樋口 富彦[1]、高橋 素光[2]、白井 厚太朗[1]、伊藤 進一[1]
*Tomihiko Higuchi[1], Motomitsu Takahashi[2], Kotaro Shirai[1], Shin-ichi Ito[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Seikai National Fisheries Research Institute,FRA

Jack mackerel *Trachurus japonicus* is distributed on the continental shelf waters along the subtropical Kuroshio Current and the Tsushima Warm Current in the western North Pacific. The East China Sea (ECS) is one of major region for jack mackerel and understanding the recruitment processes of jack mackerel into the fishing grounds in the ECS is important. However, marine environment such as water temperature that jack mackerel actually experiences is not directly observed yet. In this study, oxygen ($\delta^{18}O$) and carbon ($\delta^{13}C$) stable isotope of jack mackerel otolith were analyzed and the experienced environment was estimated. When we compared $\delta^{18}O$ of otolith caught in between three different station with different temperature, average of $\delta^{18}O$ varied and was negatively correlated with water temperature of sampling station. Most of individual indicated that $\delta^{13}C$ relatively increased from core part to edge in otolith. Thus, these results suggest that otolith of jack mackerel recorded experienced environment. However, because jack mackerel migrate vertically, it needs to consider vertical profile of seawater temperature and other parameters such as salinity and prey availability. A combination with fish distribution information and ecological modeling may help the improvement of estimation for detail experienced environment.

キーワード：fish otolith、isotope analysis、experienced environment、fish migration
Keywords: fish otolith, isotope analysis, experienced environment, fish migration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 102 1F

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)、座長:田中 潔、森本 昭彦

沿岸域は生物多様性に富み生物生産の極めて高い海域である。一方、人間活動の場と近いため富栄養化、赤潮、貧酸素水塊など様々な環境問題を抱えている。このような沿岸域での物質循環や様々な現象を理解し、持続的に沿岸域の環境を維持するためには、個々の分野による研究だけでなく学際的な研究による総合的な理解が必要となる。本セッ
ションでは、沿岸海洋学に関わる様々な学術分野の研究者が集って、沿岸域における海洋循環や海洋物質循環さらにはそれらの変化に伴う海洋生物の応答動態など幅広く学際的に議論するとともに、分野間での知見の共有化を図る。調査研究対象とする海域や手法は限定せず、幅広い内容の発表を歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[AOS13-01] 日本沿岸海況監視予測システムを利用した湾スケール・モデルの機動的開発

*坂本 圭[1]、中野 英之[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、辻野 博之[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所)

11:00 ~ 11:15

[AOS13-02] 駿河湾フェリーに搭載したADCPで観測された湾奥の平均流 その2

*勝間田 高明[1,4]、仁木 将人[2]、田中 昭彦[1]、丹 佑之[1,3]、高嶋 恭子[2]、杉本 隆成 (1.東海大学　清水教養教育センター、2.東海大学 海洋学部、3.一般社団法人無人機研究開発機構、4.特定非営利活動法人 海洋環境保全協会 開発研究部)

11:15 ~ 11:30

[AOS13-03] やませに励起される陸奥湾の底入り潮と関連する海況変化について

*藤嵜 里美[1]、磯辺 篤彦[1]、扇田 いずみ[2]、髙坂 祐樹[2] (1.九州大学、2.青森県水産総合研究所)

11:30 ~ 11:45

[AOS13-04] 豊後水道の底入り潮の発生過程

*前谷 佳奈[1]、森本 昭彦[2]、郭 新宇[2]、美山 透[3] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[AOS13-05] 豊後水道の底入り潮の発生特性

*森本 昭彦[1]、藤田 修哉[1]、武岡 英隆[1]、郭 新宇[1] (1.愛媛大学)

12:00 ~ 12:15

[AOS13-06] Role of Kuroshio Current in fish resource variability off southwest Japan

*森岡 優志[1]、Sergey Varlamov[1]、宮澤 泰正[1] (1.海洋研究開発機構)

日本沿岸海況監視予測システムを利用した湾スケール・モデルの機動的開発

On-demand development of bay-scale models using the Japanese Coastal Ocean Monitoring and Forecasting System

*坂本 圭[1]、中野 英之[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、辻野 博之[1]、山中 吾郎[1]
*Kei Sakamoto[1], Hideyuki Nakano[1], Shogo Urakawa[1], Takahiro Toyoda[1], Hiroyuki Tsujino[1], Goro Yamanaka[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute

我々は、水平解像度約2kmの海洋モデルと四次元変分法のデータ同化システムを基盤に用いて、日本沿岸全域の海洋変動を再現する「日本沿岸海況監視予測システム」(以下JPNシステム)を開発した。本システムは気象庁によって現業運用され、様々な沿岸海洋業務のプラットフォームとして利用される予定である。(システム詳細についてはOcean Dynamicsに投稿した Sakamoto et al. (2019)とHirose et al. (2019)を参照せよ。) しかし、約2kmのモデル解像度は、外洋に接する陸棚域や瀬戸内海といった比較的大きい内海のための最低限の解像度であり、社会とより密接にかかわる内湾や内海、海峡といった湾スケールの海域を対象とした情報提供はこれからの課題となっている。この課題解決に向けては、数百mの解像度で日本沿岸全域を覆うモデルも計画されているが、現在の通常の計算機ではその膨大な計算を実行できない。その点から、JPNシステムからネストした、高解像度・小領域の湾スケール・モデル群を沿岸域に配置するのが現実的と考えられるが、その場合は多数のモデルの管理コストが懸念される。そこで我々は、沿岸海況監視の将来的な拡張に向けて、必要なときに必要な領域の湾スケール・モデルを機動的に立ち上げるアプローチを検討している。その実現への第一歩として、湾スケール・モデルをすばやく構築できるパッケージの開発に着手した。現在、パッケージは主に3つの要素から成り立っている。一つ目は、我々が開発している数値モデル MRI.COM である。オフライン・ネスティング機能に加えて、海氷、潮汐や気圧応答など日本沿岸で重要となる力学要素の導入が可能である。二つ目は、「MRI.COM実験環境」として開発してきたモデルの前処理・解析ツール群である。これを利用することで、モデル実行に必要な地形データ等を比較的容易に作ることができる。三つ目は、JPNシステムによる日本沿岸海洋の解析データである。作成した湾モデルの初期値と側面境界条件にこのデータを利用することで、2008年以降であればいつからでも実験を始めることができる。これまでに実際に本パッケージを用いて、解像度100mの長崎湾モデルと、200mの大阪湾モデルを作成した。長崎湾モデルでは「あびき」と呼ばれる副振動現象を、大阪湾モデルでは2018年9月の台風21号による高潮を対象に、再現実験を試みている。発表ではそれらの結果も示す予定である。

キーワード：沿岸モデル、現業モデル、日本沿岸海洋、ネスティング、モデル開発
Keywords: coastal model, operational model, Japanese coastal seas, nesting, model development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

駿河湾フェリーに搭載したADCPで観測された湾奥の平均流 その2
Long term measurement of the current at the bay head in the Suruga Bay, Japan. part 2

*勝間田 高明[1,4]、仁木 将人[2]、田中 昭彦[1]、丹 佑之[1,3]、高嶋 恭子[2]、杉本 隆成
*Takaaki Katsumata[1,4], Masato Niki[2], Akihiko Tanaka[1], Hiroyuki Tan[1,3], Kyoko Takashima[2], Takashige Sugimoto

1. 東海大学　清水教養教育センター、2. 東海大学 海洋学部、3. 一般社団法人無人機研究開発機構、4. 特定非営利活動法人 海洋環境保全協会 開発研究部
1. Liberal Arts Education Center, Shimizu Campus, Tokai University., 2. School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3. Japan Unmanned Vehicle exploration Agency, 4. NPO, the association for the environmental conservation of the ocean

本州南岸の黒潮沿岸域にある開放性海湾である駿河湾には，湾奥寄りの湾央を横断する駿河湾フェリー（株式会社エスパルスドリームフェリー）が定期就航している．フェリーは清水港と土肥港を1日4往復している。湾奥での物質循環や流動場を知る目的でフェリーにADCPを搭載したのは，2008年であり途中欠測もあるが既に10年近いデータの蓄積ができた．流動の観測データは鉛直方向に4m間隔で船底下約8m深からおおよそ100m層付近までを連続的に取得し、約10年の平均流，各年平均流，1ヶ月平均流を算出し，過去の研究報告との比較を行った．本報告では過去の研究と同様な反時計回りの循環流を観測するとともにその鉛直構造がすくなくとも100mの厚みを持つことが判明した．さらに反時計回りの循環流は季節内変動を持っていた．また黒潮の典型的大蛇行と非大蛇行による違いにも注目した。

キーワード：フェリーADCP、駿河湾、黒潮大蛇行
Keywords: Ferry mount ADCP, Suruga Bay, typical large meander path of Kuroshio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

やませに励起される陸奥湾の底入り潮と関連する海況変化について
Bottom-water intrusion and subsequent water exchange induced by Yamase around Mutsu Bay

*藤嵜 里美[1]、磯辺 篤彦[1]、扇田 いずみ[2]、髙坂 祐樹[2]
*Satomi Fujisaki[1], Atsuhiko Isobe[1], Izumi Ogida[2], Yuki Kosaka[2]

1. 九州大学、2. 青森県水産総合研究所
1. Kyushu university, 2. Aomori Prefectural Fisheries Research Institute

豊後水道では、急潮と付随して黒潮中層から陸棚上に向けて冷水が流入する底入り潮の発生が知られている（Takeoka et al., 2000）。豊後水道の底入り潮は、黒潮が九州東岸から豊後水道にかけて接岸して流れているとき発生する（Kaneda et al., 2002）。本研究では、陸奥湾口に設置したブイの水温観測データを解析し、6月-9月の夏季に底層水温が約3℃以上変動することを見出した。ただ、豊後水道とは違って、津軽海峡に面した陸奥湾沖には、津軽暖流が流れているものの、底入り潮をもたらす黒潮のような強盛な海流は存在しない。ここでは、陸奥湾の底入り潮が夏季にのみ発生しているため、同時期にオホーツク海高気圧から吹き出す冷たく湿った東寄りの風である「やませ」との関連に着目し、陸奥湾の水温・流速・風速データの解析を行った。

海況自動観測システム（平舘・青森・東湾：以降、ブイシステム）と試験船・「なつどまり」での各月海洋観測を実施した。ブイシステムは水深1ｍ、15m、30ｍ、底層の水温・流速ベクトル・塩分等を1時間ごとに観測している。本研究では、陸奥湾内における2008年-2017年の水温・流速データ（ブイシステム）と1981年-2016年水温データ（各月海洋観測）、津軽海峡における日本海洋データセンター（J-DOSS）の1981年-2010年水温データと北海道立総合研究機構（道総研）中央水産試験場が観測した2008年-2017年の8月の水温偏差を用いた。風速・風向は、地形の影響を受けにくい観測地点・大間の1981年-2017年の気象庁観測データを用いた。
平舘・青森・東湾のブイシステムデータから長周期（5-14日）のデータを作成し、長周期の水温変動と大間の東西風との相関解析を行った。また、日平均風速が東風2m/sより大きい日を「東風（やませ）期」とし、日平均風速が西風2m/sより大きい日を「西風期」とし、それぞれにおける津軽海峡と陸奥湾の鉛直断面水温分布図を作成した。2008年-2017年の各年6月-9月の大間の東風積算値と青森・東湾の底層平均水温を求め、東風積算値の低い年順の底層平均水温の相関係数を求めた。その際、津軽暖流系水の低水温化が見られた2011年は除いた。

湾口に位置する平舘ブイシステムと湾奥西部に位置する青森ブイシステムの底層水温時系列には、10日前後の時間変化が顕著であり、底層水温変化は湾口から湾奥西部で確認される現象であった。ローパス底層水温データと風速データの相関係数は、平舘で最大0.68（99-% t検定で有意）、青森で最大0.75（99-% t検定で有意）となり、底層水温変動は風で駆動されることが示唆された。また、コンポジット水温分布から「東風（やませ）期」には、津軽海峡から陸奥湾底層に10℃以下の冷水塊がドーム状に盛り上がる状況が確認でき、やませが励起する底入り潮の発生をうかがわせた。
東風積算値の低い年順の底層平均水温の相関係数は0.65（90-% t検定で有意）となり、やませが吹き続けると湾内底層水温が低下し、底入り潮が発生し難くなることが予測された。

キーワード：底入り潮、陸奥湾、やませ
Keywords: Bottom-water intrusion, Mutsu Bay, Yamase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

豊後水道の底入り潮の発生過程
The Generation Process of the Bottom Intrusion in the Bungo Channel

*前谷 佳奈[1]、森本 昭彦[2]、郭 新宇[2]、美山 透[3]
*Kana Maetani[1], Akihiko Morimoto[2], Xinyu Guo[2], Toru Miyama[3]

1. 愛媛大学大学院理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

はじめに

豊後水道は九州と四国の間に位置する瀬戸内海と太平洋を結ぶ海域であり、太平洋に面しているためその海洋環境は外洋の擾乱の影響を強く受ける。中でも外洋起源の冷水が水道の底層に進入する「底入り潮」と呼ばれる現象が発生することが知られている（Kaneda *et al.,* 2002）。底入り潮は底層で起こるため観測が難しく、その発生メカニズムや冷水の進入過程はこれまで明らかになっていない。近年、高解像度・高精度化した数値モデル中においても底入り潮は発生しており、このモデル中の底入り潮を解析することにより、観測では難しい底入り潮の3次元的な構造の把握ができる可能性がある。しかしながら、モデル中の底入り潮が現実と同じ力学的メカニズムで発生している保証は無い。本研究では2016年に愛媛大学が係留した流速計と水温･塩分計から得られた観測データとモデル結果を比較し、豊後水道中央部底層における北向きの流速増加と水温低下が再現されたモデル中の底入り潮を解析に使用し、発生過程のケーススタディーを行うことを目的とする。

使用データ

豊後水道中央部において2016年7月6日~10月17日に係留したADCP（超音波多層流速計）と水温･塩分計により測定された観測データと、海洋開発研究機構（JAMSTEC）が開発した数値モデルJCOPE-T-NEDOの流速･水温･塩分･水位の出力を使用した。

結果・考察

2016年8月14日と9月10日に豊後水道で観測された水温が最低となった2例の底入り潮を解析した。解析の結果、この2例の底入り潮は、北緯32.72°，東経132.45°の陸棚斜面上の水深80m付近に冷水が供給され、冷水が豊後水道沖に分布していた反時計回りの流れにより200m等深線を横切って陸棚上へと持ち上げられた。その結果、豊後水道内の比較的密度の軽い水塊との間に密度差が生じ、低温な水塊が北東向きの密度流となり豊後水道内に進入したと考えられる。

また、観測データから豊後水道中央部では、底層に限らず中層においても北向きの流れが強化される場合もあることが分かった。この中層の流れが強化されたときも豊後水道南西部では北東流が発達していたが、豊後水道中央部の水温は低下しないこともあった。水温が低下しなかったのは、中層の流れにより進入した水塊は、底入り潮で進入した水塊よりも浅い場所より供給されたためと考えられる。しかし中層で流速が強化された原因は特定されておらず、今後底入り潮と合わせて解析を進めることが望まれる。

キーワード：底入り潮、豊後水道、大陸棚
Keywords: Bottom Intrusion, Bungo Channel, continental shelf

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

豊後水道の底入り潮の発生特性
Characteristics of bottom intrusion in the Bungo Channel

*森本 昭彦[1]、藤田 修哉[1]、武岡 英隆[1]、郭 新宇[1]
*Akihiko Morimoto[1], Shuya Fujita[1], Hidetaka Takeoka[1], Xinyu Guo[1]

1. 愛媛大学
1. Ehime University

九州と四国の間に位置し太平洋に面している豊後水道では、初夏から晩秋にかけて底層に低温で高栄養な水塊が陸棚斜面域から間欠的に進入する底入り潮と呼ばれる現象が起こる。Kaneda et al. (2002)によると、底入り潮は夏季の小潮期を中心に約15cm/sの流れを伴って発生すると報告されている。しかしながら、2016年に豊後水道中央部の海底上で測定された流速と水温のデータを使い11回の底入り潮について解析したところ、底入り潮に伴う流速は過去の研究と同程度であったが、発生時期は必ずしも小潮期でないことが示された。Kaneda et al. (2002)は1995年～1997年のデータを、我々は2016年のデータを使って解析を行っており、使用データの違いがこのような結果になった可能性がある。そこで、本研究では、長期間の水温データを使い底入り潮の発生の特徴を再検討し、底入り潮がどのような現象なのか理解を深めることを目的とする。

Kaneda et al. (2002)が解析対象とした内海では、1995年から現在まで多層の水温が継続的に観測されている。また、内海以外の5測点（北から法華津、遊子、下波、福浦、沖の島）においても、愛媛大学により2008年より多層の水温が継続して観測されている。本研究では、各多層水温観測点での最深層の水温データを解析に使用する。ここで底入り潮の発生期間は、30時間以上連続で水温が低下し、その低下量が0.5℃より大きい場合を底入り潮が発生したと判断し、その後最低水温となる時までと定義した。

内海の1997年～2011年までの水深60mの水温データから底入り潮の発生時期を抽出し、発生時期と月齢との関係を調べたところすべての月齢で同程度の発生頻度となっており、底入り潮の発生が月齢に依存していないという結果となった。同様に、法華津、下波、福浦、沖の島においても、底入り潮の発生と月齢の間に明瞭な関係は見られなかった。ただし、遊子においてだけ小潮期に底入り潮の発生頻度が高いという結果となった。底入り潮に伴う水温低下量は、内海の場合0.5℃～7℃とそれぞれの底入り潮で大きく変わる。このような底入り潮の強度（水温変化量）により、月齢との関係が変わる可能性があると考え、水温低下量が2℃以下と以上のケースにわけて月齢との関係を調べた。どちらのケースにおいても底入り潮の発生と月齢の間には関係が認められなかった。年毎のデータにより内海での底入り潮と月齢の関係を調べたが、1997年～2011年のすべての年において小潮期に発生するという特徴は認められなかった。

上記の解析結果から、豊後水道の底入り潮は大潮、小潮に関係なく発生していることが分かった。ただし、遊子においてだけ、底入り潮の発生と月齢の間に関係がみられた。これは、遊子の西側に半島や島が存在するため潮流による鉛直混合が大きく、豊後水道内に進入した低温水が小潮期の鉛直混合が弱い時期にだけその海域を通過し進入できるためと考えられる。Kaneda et al. (2002)が使用した1995～1996年の内海のデータを調べると、たしかに底入り潮は小潮期に発生する傾向を示していた。したがって、1995～2011年の17年間で小潮期に底入り潮が発生していたのはこの2年間だけであった。講演時には、なぜこの2年だけ小潮期に底入り潮が発生したのかについて考察した結果を報告する。

キーワード：底入り潮、豊後水道
Keywords: Bottom Intrusion, Bungo Channel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Role of Kuroshio Current in fish resource variability off southwest Japan

*森岡 優志[1]、Sergey Varlamov[1]、宮澤 泰正[1]
*Yushi Morioka[1], Sergey Varlamov[1], Yasumasa Miyazawa[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Western boundary currents in the subtropics play a pivotal role in transporting warm water from the tropics that contribute to development of highly diverse marine ecosystem in the coastal regions. As one of the western boundary currents in the North Pacific, the Kuroshio Current (hereafter the Kuroshio) exerts great influences on biological resource variability off southwest Japan, but few studies have examined physical processes that attribute the coastal fish resource variability to the basin-scale Kuroshio variability. Using the high-quality fish catch data and high-resolution ocean reanalysis results, this study identifies statistical links of interannual fish resource variability off Sukumo Bay, Shikoku island of Japan, to subsurface ocean temperature variability in the Kuroshio. The subsurface ocean temperature variability off the south of Sukumo Bay exhibits vertically coherent structure with sea-surface height variability, which originates from the westward-propagating oceanic Rossby waves generated through surface wind anomalies in the Northwest Pacific. Although potential sources of the atmospheric variability remain unclarified, the remotely-induced oceanic Rossby waves contribute to fish resource variability off Sukumo Bay. These findings have potential applications to other coastal regions along the western boundary currents in the subtropics where the westward-propagating oceanic Rossby waves contribute to the coastal ocean temperature variability.

キーワード：黒潮、漁獲量変動、宿毛湾
Keywords: Kuroshio, Fish catch variability, Sukumo Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 102 1F

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)、座長:森本 昭彦、速水 祐一

沿岸域は生物多様性に富み生物生産の極めて高い海域である。一方、人間活動の場と近いため富栄養化、赤潮、貧酸素水塊など様々な環境問題を抱えている。このような沿岸域での物質循環や様々な現象を理解し、持続的に沿岸域の環境を維持するためには、個々の分野による研究だけでなく学際的な研究による総合的な理解が必要となる。本セッ
ションでは、沿岸海洋学に関わる様々な学術分野の研究者が集って、沿岸域における海洋循環や海洋物質循環さらにはそれらの変化に伴う海洋生物の応答動態など幅広く学際的に議論するとともに、分野間での知見の共有化を図る。調査研究対象とする海域や手法は限定せず、幅広い内容の発表を歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[AOS13-07] 有明海奥部の貧酸素水塊の変動－酸素消費の主体は何か－

*速水 祐一[1]、藤井 直紀[1]、髙巣 裕之[2]、梅澤 有[3]、和田 実[2] (1.佐賀大学、2.長崎大学、3.東京農工大学)

14:00 ~ 14:15

[AOS13-08] ノリ養殖による光環境の変化が植物プランクトン動態へ及ぼす影響

*南浦 修也[1]、山口 創一[1] (1.九州大学)

14:15 ~ 14:30

[AOS13-09] **Enhanced West Philippine Sea intrusion diminishes hypoxia conditions in the Pearl River estuary**

*Hon-Kit Lui[1,2]、Chen-Tung Arthur Chen[1]、Wei-Ping Hou[2]、Jian-Ming Liau[2] (1.Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University、2.Taiwan Ocean Research Institute, National Applied Research Laboratories)

14:30 ~ 14:45

[AOS13-10] North Pacific seawater radiocarbon recorded in abalone shells obtained from Otsuchi Bay, Japan

*太田 耕輔[1]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[2]、早川 淳[2]、佐藤 菜央美[2]、福田 秀樹[2]、田中 潔[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所)

14:45 ~ 15:00

[AOS13-11] 常磐沖における河川流出に起源をもつ放射性セシウムの拡散

*田中 潔[1]、長尾 誠也[2]、北出 裕二郎[3]、仁木 将人[4]、勝間田 高明[4]、美山 透[5] (1.東京大学、2.金沢大学、3.東京海洋大学、4.東海大学、5.海洋研究開発機構)

15:00 ~ 15:15

[AOS13-12] 九州の河川海洋一体型モデル開発

*堤 隆浩[1]、木田 新一郎[2]、黒木 龍介[3]、山敷 庸亮[3] (1.九州大学　大学院　総合理工学府、2.九州大学　応用力学研究所、3.京都大学　大学院　総合生存学館)

有明海奥部の貧酸素水塊の変動ー酸素消費の主体は何かー
Variation in hypoxic water mass in Ariake Sea -what consumed the dissolved oxygen?-

*速水 祐一[1]、藤井 直紀[1]、髙巣 裕之[2]、梅澤 有[3]、和田 実[2]
*Yuichi Hayami[1], Naoki Fujii[1], Hiroyuki Takasu[2], Yu Umezawa[3], Minoru Wada[2]

1. 佐賀大学、2. 長崎大学、3. 東京農工大学
1. Saga University, 2. Nagasaki University, 3. Tokyo University of Agriculture and Technology

夏季の有明海奥部では、上層流出・下層流入のエスチュアリー循環が卓越し、その結果底層の懸濁物質は湾奥向きに輸送され、集積する。同時に、小潮時には成層が強まって貧酸素水塊が発達し、大潮時には鉛直混合して貧酸素化が弱まるというサイクルを繰り返す。このような貧酸素化は成層強化による酸素の鉛直輸送の減少のみによって生じるのか、酸素消費量の変動も影響するのかは、これまでの研究では分かっていない。特に、透明度が低く、有光層よりも深い層に有機物が物理的に集積してくる有明海奥部底層では、酸素消費に密接に関係する微生物群集の活動が活発だと予想される。そこで本研究では、貧酸素に関わる生態系・物質輸送の動態を調べるため、2008年夏季の有明海奥部において、係留系によって水温・塩分・流速・溶存酸素・濁度等の連続観測を行うと共に、１大潮小潮周期の間に6回の船舶観測を行った。船舶観測では物理観測に加えて微小従属栄養生物調査、懸濁態安定同位体比の調査を行った。また、底上1mの海水を採取して酸素消費実験をおこなった。

係留観測開始後、7月29日に台風が有明海を直撃したため、主要な係留系を撤収した。8月14日にも九州に台風が上陸し、風が強まった。7月30日に表層の、8月1日に底層の係留系を再設置してから、有明海奥部を縦断する測線に沿って8月1日、5日、８日、１２日と1大潮小潮周期をカバーした船舶調査を干潮時に行った。8月5日が小潮、8月11日が大潮である。測点３における係留観測の結果からは、大潮と台風にともなった強風による鉛直混合が重なったため、水柱は良く鉛直混合し、8月1日朝の時点でも水温は鉛直一様であった。その後、小潮にかけて底層水温は低下・底層塩分は上昇し、8月8日に最も成層が強まった。その後再び大潮にかけて鉛直混合が進み、8月11日には再び鉛直混合した。底層のDOは8月1日から小潮にかけて低下し、8月4日には3 mg/Lを下回った。底層DOが3 mg/L以下の状態は8月10日まで継続した。表層では、7月下旬からシャットネラ赤潮が発生しており、少なくとも8月13日まで継続した。縦断観測の結果でも、大潮から小潮にかけての沖合からの低温・高塩分水進入による成層強化と、それにともなった貧酸素水塊の形成が確認された。8月12日になると湾奥では成層は弱まり、貧酸素水塊は湾奥では解消され、沖合底層に形成された。湾奥底層では8月1日には底上に高濁度水塊が形成されていたが、8月1日・8日には濁度は低下し、8月12日に再び高濁度となった。底層水の酸素消費は8月1日から5日にかけて低下、その後再び上昇して8月12日に最も高くなった。全酸素消費に対するバクテリアの呼吸、化学的酸素消費の寄与を調べる目的で、8月6日と13日に、底層水についてホルマリンとクロラムフェニコールを添加した酸素消費実験をおこなった。その結果、8月6日には全酸素消費の約80%がバクテリアによる呼吸であったが、8月13日にはほとんどがバクテリア以外の生物の呼吸であった。化学的酸素消費の寄与は両日ともほとんどみられなかった。酸素消費速度とクロロフィルa濃度の間には高い正の相関がみられた（R=0.90）。酸素消費と濁度にも相関があったが、クロロフィルに比べると弱かった（R=0.61）

8月1日から5日までの間には、水温25.5℃以下、塩分29.5以上の低温・高塩分が湾奥底層に進入して成層を強化し、底層には貧酸素水塊が形成された。しかし、底層水の酸素消費速度はこの間低下した。これは、貧酸素水塊の発達の主要因は成層強化であり、酸素消費の増加ではないことを示す。一方で、大潮の8月1日・12日には酸素消費が高かった。同時期に底層の濁度も上昇していた。これは、大潮時には強い鉛直混合による活発な再懸濁によって底層の有機物量が増加し、酸素消費が増加したことを示唆する。酸素消費速度と

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

クロロフィルaの間には高い正の相関が見られた。しかし、貧酸素水塊発達期である8月6日には酸素消費の主体はバクテリアであり、植物プランクトンの呼吸の寄与は小さいと考えられた。このことは、植物プランクトン由来の基質がバクテリアによって分解され、酸素消費が起きていたことを示す。本観測期間中はシャットネラ赤潮が継続的に発生しており、クロロフィルa濃度の最高値は72.3 ug/Lに達した。この赤潮に由来する有機物供給が底層の酸素消費速度に影響した可能性がある。

キーワード：有明海、貧酸素、大潮小潮変動、酸素消費、シャットネラ赤潮
Keywords: Ariake Sea, hypoxia, spring-neap variation, water oxygen demand, Chattonella red-tide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ノリ養殖による光環境の変化が植物プランクトン動態へ及ぼす影響
Influence of Nori aquaculture-induced change in light environment on phytoplankton dynamics

*南浦 修也[1]、山口 創一[1]
*Naoya Minamiura[1], Soichi Yamaguchi[1]

1. 九州大学
1. Kyushu University

冬季有明海ではノリの養殖が活発に行われており、その生産量は日本一を誇る。その一方で、赤潮の発生によるノリの色落ちが大きな問題となっている。既往の研究から、赤潮発生には光環境の好転が関係していることが分かっている。ノリ養殖時には沿岸域にノリ網が高密度に貼られ、その網にノリが付着し成長を遂げていく。こうした網およびノリ葉体による水中の光環境への影響は大きいことが容易に想像できるが、これまで研究された例は存在しない。本研究では、ノリ養殖域と非養殖域で水中光量子量を連続的に現地観測することにより、ノリ養殖が光環境へ与える影響を評価すると共に、その影響をノリ葉体の動的な成長の関数として表した。こうした結果を数値シミュレーションに組み込むことによる植物プランクトン動態がどう変化するかについて検討を行った。

現地観測を佐賀県有明水産振興センターが所有するノリ養殖域において、ノリ養殖直下とすぐ傍の養殖が行われていない海域にそれぞれ光量子計(JFEアドバンテック社製DEFI2-L)と圧力計(同社製　DEFI2-D10)を設置し、2019年1月15日から1月25日まで5秒間隔で連続観測を実施した。観測の結果、ノリ養殖直下は平均して光量子量が約75%低下していることが明らかとなった。この光量子の低下（遮光率ｙ）をノリ葉体の長さ（x 単位:cm）の関数として表したところ、次式を得ることが出来た。

$$y=0.86e^{-0.1\times x}$$

次に、この遮光率を考慮した数値生態系モデルを開発し、植物プランクトン動態にどのような影響を与えるかについて検討した。養殖域で光の遮光が有る場合と無い場合の２つのパターンに分けてそれぞれ計算を行った。遮光率を考慮した場合は考慮しない場合と比べて、奥部のノリ養殖域付近において、植物プランクトン生物量を低下させていた。これはノリ養殖が水中の光環境を悪化させることにより、植物プランクトンの増殖を抑えているということを示している。

キーワード：養殖、有明海、光環境
Keywords: Aquaculture, Ariake Sea, Light environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Enhanced West Philippine Sea intrusion diminishes hypoxia conditions in the Pearl River estuary

*Hon-Kit Lui[1,2], Chen-Tung Arthur Chen[1], Wei-Ping Hou[2], Jian-Ming Liau[2]

1. Department of Oceanography, National Sun Yat-sen University, 2. Taiwan Ocean Research Institute, National Applied Research Laboratories

The hypoxia condition (dissolved oxygen <2 mg/L) in the Pearl River estuary is worsening in the past decade, partly due to the rising anthropogenic activities. For instance, excess nutrients cause enhanced biological productivity in the surface ocean. Yet, dead phytoplankton sink to the bottom of the coastal zone, where they decompose and consume oxygen. If the oxygen consumption rate exceeds the supply rate, then hypoxia or even anoxia may develop, leading to so-called dead zones. Here we show that a strong invasion of high dissolved oxygen but low nutrients West Philippine Sea seawater into the South China Sea in the form of Kuroshio occurred around 2003-2004. Apparently due to the oxygen supply carried by the remnants of the intruded Kuroshio, little hypoxia developed off the Pearl River estuary, where the anoxic condition develops in some years with weak Kuroshio intrusion.

Keywords: hypoxia, Kuroshio, Pearl River estuary, West Philippine Sea, intrusion, South China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

North Pacific seawater radiocarbon recorded in abalone shells obtained from Otsuchi Bay, Japan

*太田 耕輔[1]、横山 祐典[1,2]、宮入 陽介[2]、早川 淳[2]、佐藤 菜央美[2]、福田 秀樹[2]、田中 潔[2]
*Ota Kosuke[1], Yusuke Yokoyama[1,2], Yosuke Miyairi[2], Jun Hayakawa[2], Naomi Sato[2], Hideki Fukuda[2], Kiyoshi Tanaka[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Reconstructing past ocean currents in the coastal regions is needed to better understand the relationship between oceanographic changes and coastal ecosystems. Seawater radiocarbon is a unique proxy to understand the properties of water masses. However, the knowledge of the water mass distribution is limited to the low latitude regions as the only well-established proxy for it is reef-building corals. Alternative archives are required for high latitude regions. Here we measured $\Delta^{14}C$ values of three abalone shells using accelerator mass spectrometry (AMS) and counted the shell growth checks which were made in the winter season. Abalone shells were obtained from Otsuchi Bay, where the cold Oyashio Current and the warm Kuroshio Current converge. The Oyashio Current has more depleted radiocarbon than the Kuroshio Current. We compared $\Delta^{14}C$ values of abalone shells with the sea surface temperature anomaly in Sanriku region. $\Delta^{14}C$ values of abalone shells range from 5.4 ‰to 31‰ and indicated seasonal variations. $\Delta^{14}C$ values decreased by about 5 ‰in shell growth checks that indicates winter season.We found this decrease of $\Delta^{14}C$ values of abalone shells are consistent with the significantly mixing of water brought by the Oyashio Current. $\Delta^{14}C$ value of abalone shells clearly shows the Oyashio Current inflow in 2013, 2015 and 2017 and it can be used to reconstruct fluctuations between past water masses. In addition, the $\Delta^{14}C$ values of abalone shells are possibly affected by their habitat. Abalone at 2 m to 6 m depth exhibited higher $\Delta^{14}C$ values than those in abalone at 6 m to 10 m depth. This trend resulted from cold water from the Oyashio Current having a greater influence on deeper water. These radiocarbon records indicate past seawater conditions in northern Japan, where the Oyashio and Kuroshio currents converge, can be reconstructed using abalone shells.

キーワード：放射性炭素、加速器質量分析装置、アワビ、大槌湾、親潮、海流
Keywords: Radiocarbon, AMS, Abalone, Otsuchi Bay, Oyashio Current, Ocean circulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

常磐沖における河川流出に起源をもつ放射性セシウムの拡散
Spreading of Radioactive Cesium off Joban coast through Large River Discharge

*田中 潔[1]、長尾 誠也[2]、北出 裕二郎[3]、仁木 将人[4]、勝間田 高明[4]、美山 透[5]
*Kiyoshi Tanaka[1], Seiya Nagao[2], Yujiro Kitade[3], Masato Niki[4], Takaaki Katsumata[4], Toru Miyama[5]

1. 東京大学、2. 金沢大学、3. 東京海洋大学、4. 東海大学、5. 海洋研究開発機構
1. University of Tokyo, 2. Kanazawa University, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Tokai University, 5. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2011年の9月7日から12日にかけて（東日本大震災の発生から六ヶ月後）、常磐沖でCTD及びADCPを用いての海洋観測を実施した。同時に、表層（深度10 m）の海水を採取して、海水中に含まれる放射性セシウムの濃度を測定した（金沢大学低レベル放射能実験施設のゲルマニウム半導体検出器；リンモリブデンサン酸アンモニウム沈殿法）。その結果、表層（深度10 m）において、セシウム濃度と塩分の間には負の相関が有り、低塩域ほど放射性セシウム濃度が高かった。観測海域には三つの大きな一級河川（利根川、那珂川、久慈川）が注いでいる。特筆すべき点として、観測期間の数日前に河川上流域で驚異的な大雨が降り、その結果、例えば利根川流量は9月4日に2000 m^3/sを超えたことがある。すなわち、観測された海洋表層の高濃度の放射性セシウムは、陸上から河川経由で海洋に輸送されたものと考えられる。また、そうした河川水と放射性セシウムの常磐沖での分布形態は、黒潮にも強く影響を受けていることが示された。

キーワード：放射性セシウム、河川水流出、東日本大震災、常磐沖
Keywords: radioactive cesium, river discharge, 2011 Great East Japan Earthquake, off the Joban coast

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九州の河川海洋一体型モデル開発
Development of a river-ocean seamless model for simulating river discharges around Kyushu

*堤 隆浩[1]、木田 新一郎[2]、黒木 龍介[3]、山敷 庸亮[3]
*Takahiro Tsutsumi[1], Shinichiro Kida[2], Ryusuke Kuroki[3], Yosuke Alexandre Yamashiki[3]

1. 九州大学　大学院　総合理工学府、2. 九州大学　応用力学研究所、3. 京都大学　大学院　総合生存学館
1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Science, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 3. Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University

近年、複数の県をまたぐような集中豪雨による洪水が同時にいくつかの場所で発生している。そのような災害の予測には、複数の河川を同時に解くことが必要である。また、海への影響を考慮するには河川と海洋を同時に再現する必要がある。そこで我々は領域規模で複数の河川と海洋の流れを同時に再現できるモデルの開発を目指し、まずは九州全域のモデルを構築した。Isopycnal-Layered model(Kida and Yamashiki 2015)を用いて、2015年9月に九州に降った大雨による河川流量の増加を再現した。観測値と比較すると雨による増水が上流から下流まで伝搬するスピードが遅い河川も存在する一方、実際の観測結果をよく再現する河川も存在した。今後、感度実験を実施しモデルの再現性の差を検証する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)

沿岸域は生物多様性に富み生物生産の極めて高い海域である。一方、人間活動の場と近いため富栄養化、赤潮、貧酸素水塊など様々な環境問題を抱えている。このような沿岸域での物質循環や様々な現象を理解し、持続的に沿岸域の環境を維持するためには、個々の分野による研究だけでなく学際的な研究による総合的な理解が必要となる。本セッ
ションでは、沿岸海洋学に関わる様々な学術分野の研究者が集って、沿岸域における海洋循環や海洋物質循環さらにはそれらの変化に伴う海洋生物の応答動態など幅広く学際的に議論するとともに、分野間での知見の共有化を図る。調査研究対象とする海域や手法は限定せず、幅広い内容の発表を歓迎する。

[AOS13-P01] 海洋プラスチックの劣化と細片化に関する実験的研究

*山口 祐成[1] (1.九州大学)

[AOS13-P02] 伊勢湾，三河湾の表層堆積物の粒度と炭素，窒素，硫黄濃度分布からみた海底環境

*天野 敦子[1]、清家 弘治[1] (1.産業技術総合研究所)

[AOS13-P03] 駿河湾におけるエスチュアリ循環の観測

*田中 潔[1]、仁木 将人[2]、轡田 邦夫[2]、石田 明生[3]、高橋 大介[2]、勝間田 高明[2]、植原 量行[2] (1.東京大学、2.東海大学、3.常葉大学)

[AOS13-P04] ジャカルタ湾の河川水の滞留時間

*森本 昭彦[1]、Soeyanto Endro[2]、速水 祐一[3]、Sudaryanto Agus[2]、Sachoemar Suhendar[2] (1.愛媛大学、2.BPPT, Indonesia、3.佐賀大学)

海洋プラスチックの劣化と細片化に関する実験的研究
An experimental study on degradation and fragmentation of marine plastic debris

*山口 祐成[1]
*YUSEI YAMAGUCHI[1]

1. 九州大学
1. KYUSHU UNIVERSITY

海洋ごみの問題の一つとして、マイクロプラスチック汚染が世界的に注目されている。海洋中に微小プラスチックが存在することは既に報告されているが、その形成過程は詳しく解明されていない。本研究では、海表面を漂流するプラスチックが紫外線により劣化し波により微片化する過程の解明を目指す。まず紫外線照射実験を行った。最初に紫外線を照射する高圧UVランプの紫外線強度と太陽光が含む紫外線強度の比を知るべく、高圧UVランプ下と屋外でかつ一日中日影にならない場所の二箇所で測定を行った。誤差を無くすべく複数回行い、屋外での測定に関しては紫外線強度が天気に左右されると予測したため、本研究では晴れ、曇り、雨の日それぞれの平均を利用した。その後、同じ大きさのプラスチック片に高圧UVランプにより紫外線を照射し、性状を劣化させた後、波を模擬した実験機の中に投入し微片化させる。それぞれ照射時間や投入時間をを変化させ、プラスチック片の劣化の過程を解明していく予定である。

キーワード：マイクロプラスチック、ごみ、紫外線
Keywords: microplastics, rubbish, ultraviolet ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊勢湾，三河湾の表層堆積物の粒度と炭素，窒素，硫黄濃度分布からみた海底環境

Seafloor environment based on grain and concentrations of carbon, nitrogen and sulfur of surface sediment in Ise and Mikawa bays

*天野 敦子[1]、清家 弘治[1]
*Atsuko Amano[1], Koji Seike[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National institute of Advanced Industrial Science and Technology

伊勢湾・三河湾内の表層堆積物の粒度，全有機炭素（TOC），全窒素（TN），全硫黄（TS）濃度，全有機炭素全窒素量比（C/N）分布を明らかにし，海底環境について検討した．本研究では，2018年9月にミニマルチプルコアラーを用いて採取された18試料と，2004年12月にグラブ採泥器によって採取された26試料の合計44試料を用いて分析を行った．伊勢湾，三河湾の粒度は湾奥から中央部では6-8φで，中央部から湾口にかけては3-4φと粗くなる．TOC，TN，TS濃度はシルトが堆積する湾奥から湾中央部にかけては相対的に高い値を示し，湾口付近では急激に減少する．またC/N比は本調査海域の大部分で8-9を示すが，伊勢湾の湾奥，木曽川河口沖で10以上の値を示す．粒度分布は湾奥から湾中央にかけての海域はシルトが堆積する停滞的な水利環境であるが，湾口や海峡付近では潮汐流の増加によって砂質堆積物が堆積することを示す．元素分布は，停滞的なために湾口～湾中央部では有機物は堆積しやすく，貧酸素状態であることを示唆する．また，有機物起源の指標となるC/N比は湾内の大部分は海洋プランクトン起源の有機物が堆積するが，木曽川河口沖では陸性植物が多くなることを示す．

キーワード：粒度、CNS元素、海底表層堆積物
Keywords: grain size, CNS elements, surface sediment of seafloor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

駿河湾におけるエスチュアリ循環の観測
Hydrographic observations of estuarine circulation in Suruga Bay, Japan

*田中 潔[1]、仁木 将人[2]、轡田 邦夫[2]、石田 明生[3]、高橋 大介[2]、勝間田 高明[2]、植原 量行[2]
*Kiyoshi Tanaka[1], Masato Niki[2], Kunio Kutsuwada[2], Akio Ishida[3], daisuke Takahashi[2], Takaaki Katsumata[2], Kazuyuki Uehara[2]

1. 東京大学、2. 東海大学、3. 常葉大学
1. University of Tokyo, 2. Tokai University, 3. Tokoha University

桜エビは駿河湾の重要漁獲物である。桜エビの商業漁獲は日本では駿河湾でのみ、世界でも日本以外では台湾でだけで行われている。なぜ世界でもこれら二地域だけにしか桜エビが豊富に生息していないのかはよく分かっていない部分も多いが、二つの要因が重要であろうと考えられている。一つは深海にまで続く急峻な大陸斜面の存在、もう一つは豊富な河川水が注がれていることである。そこで、筆者らは駿河湾の奥部で、ADCPやCTDを用いての高解像度の船舶観測を実施した。駿河湾の奥部には富士川の河口が位置し、それは急峻な大陸斜面に直結している。また、河口域には高気圧性（時計回り）の渦が形成され易いことも知られている。そして、今回の観測結果では、その河口域にエスチュアリ循環的な傾圧構造が見られた。深度20 m程に位置する層内に（河川系水の流れとは反対向きに）河口に向かう流れが存在しており、それは河口近傍で河川系水に連行加入されている可能性が示唆された。

キーワード：駿河湾、桜エビ、エスチュアリ循環、海洋観測
Keywords: Suruga Bay, Sergia lucens, estuarine circulation, hydrographic observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジャカルタ湾の河川水の滞留時間
Residence time of river water in the Jakarta Bay

*森本 昭彦[1]、Soeyanto Endro[2]、速水 祐一[3]、Sudaryanto Agus[2]、Sachoemar Suhendar[2]
*Akihiko Morimoto[1], Endro Soeyanto[2], Yuichi Hayami[3], Agus Sudaryanto[2], Suhendar Sachoemar[2]

1. 愛媛大学、2. BPPT, Indonesia、3. 佐賀大学
1. Ehime University, 2. BPPT, Indonesia, 3. Saga University

インドネシアの首都ジャカルタに面するジャカルタ湾は、東西約30㎞、南北約10㎞、最大水深20m程度の比較的浅く、ジャワ海に対し開放的な湾である。この湾には多くの河川を通じ大量の物質が供給されている。ジャカルタの下水道整備率は4%程度と低いため、大量の有機物、栄養塩、ごみなどがジャカルタ湾へと供給されている。そのため、湾内の海洋環境はかなり悪化していると予想されるが、観測データが多くなくその実態はつかめていない。我々は2015年の12月より、ジャカルタ湾の貧酸素の状況を把握するため年4回の海洋観測を実施している。その結果、1年を通じて湾内底層には貧酸素水塊が形成されていることが分かった。また、貧酸素の規模は河川流量が最も多い雨季には小さく、雨季から乾季や乾季から雨季の移行期に大きくなっていた。ジャカルタ湾のような熱帯では常に海面から加熱されているため、水温は鉛直一様になり成層しない。そのため密度成層は、河川からの淡水供給により決める。そのことを考えると、ジャカルタ湾の密度成層は雨季に発達することが予想され、成層の発達により酸素の鉛直輸送量の減少により貧酸素化することが期待されるが、実際はそのような状態になっていない。

本研究では、ジャカルタ湾の成層構造の季節変化を理解するため、3次元の数値モデルを構築し河川水の年齢と各河川の湾内の塩分への寄与率の季節変化を明らかにすることを目的とする。数値モデルはPOMをベースとしたもので、ジャカルタの気象台の風データ、湾内へ淡水を供給する10河川の河川流量データ、開境界での4分潮の調和定数と観測された水温・塩分を境界条件として与え、2016年の計算を行った。計算された塩分分布は乾季を除き観測とよく一致していた。表層流を調べると、2，5月は湾の西から流入し東から流出、9，12月は反対に東から流入し西から流出する流れとなっていた。湾内に流入する最大河川であるCitarum川が湾北東部に位置することから、河川流量の大きい2，5月には流入した淡水が速やかに湾外へ流出していることが予想された。湾内での河川水の滞留時間を把握するため、CART理論(Deleersnijder et al., 2001)によりジャカルタ湾内の河川水の年齢を計算した。雨季～乾季の移行期である5月の河川水の年齢は約15日、乾季である9月の河川水の年齢は約50日であった。季節による河川流量の違いだけでなく、このような河川水の湾内での滞留時間の違いが、密度成層構造と貧酸素水塊の形成に関係することが示唆された。発表時には、湾内へ淡水を供給する10河川の各河川が塩分にそれぞれどの程度寄与しているかについても紹介する。

キーワード：河川水の滞留時間、ジャカルタ湾
Keywords: Residence time of river water, Jakarta Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-OS13] 沿岸域の海洋循環と物質循環

コンビーナ:田中 潔(東京大学)、森本 昭彦(愛媛大学)、速水 祐一(佐賀大学)、一見 和彦(香川大学瀬戸内圏研究センター)

沿岸域は生物多様性に富み生物生産の極めて高い海域である。一方、人間活動の場と近いため富栄養化、赤潮、貧酸素水塊など様々な環境問題を抱えている。このような沿岸域での物質循環や様々な現象を理解し、持続的に沿岸域の環境を維持するためには、個々の分野による研究だけでなく学際的な研究による総合的な理解が必要となる。本セッ
ションでは、沿岸海洋学に関わる様々な学術分野の研究者が集って、沿岸域における海洋循環や海洋物質循環さらにはそれらの変化に伴う海洋生物の応答動態など幅広く学際的に議論するとともに、分野間での知見の共有化を図る。調査研究対象とする海域や手法は限定せず、幅広い内容の発表を歓迎する。

[AOS13-P01] 海洋プラスチックの劣化と細片化に関する実験的研究

*山口 祐成[1] (1.九州大学)

[AOS13-P02] 伊勢湾，三河湾の表層堆積物の粒度と炭素，窒素，硫黄濃度分布からみた海底環境

*天野 敦子[1]、清家 弘治[1] (1.産業技術総合研究所)

[AOS13-P03] 駿河湾におけるエスチュアリ循環の観測

*田中 潔[1]、仁木 将人[2]、轡田 邦夫[2]、石田 明生[3]、高橋 大介[2]、勝間田 高明[2]、植原 量行[2] (1.東京大学、2.東海大学、3.常葉大学)

[AOS13-P04] ジャカルタ湾の河川水の滞留時間

*森本 昭彦[1]、Soeyanto Endro[2]、速水 祐一[3]、Sudaryanto Agus[2]、Sachoemar Suhendar[2] (1.愛媛大学、2.BPPT, Indonesia、3.佐賀大学)

海洋プラスチックの劣化と細片化に関する実験的研究
An experimental study on degradation and fragmentation of marine plastic debris

*山口 祐成[1]
*YUSEI YAMAGUCHI[1]

1. 九州大学
1. KYUSHU UNIVERSITY

海洋ごみの問題の一つとして、マイクロプラスチック汚染が世界的に注目されている。海洋中に微小プラスチックが存在することは既に報告されているが、その形成過程は詳しく解明されていない。本研究では、海表面を漂流するプラスチックが紫外線により劣化し波により微片化する過程の解明を目指す。まず紫外線照射実験を行った。最初に紫外線を照射する高圧UVランプの紫外線強度と太陽光が含む紫外線強度の比を知るべく、高圧UVランプ下と屋外でかつ一日中日影にならない場所の二箇所で測定を行った。誤差を無くすべく複数回行い、屋外での測定に関しては紫外線強度が天気に左右されると予測したため、本研究では晴れ、曇り、雨の日それぞれの平均を利用した。その後、同じ大きさのプラスチック片に高圧UVランプにより紫外線を照射し、性状を劣化させた後、波を模擬した実験機の中に投入し微片化させる。それぞれ照射時間や投入時間をを変化させ、プラスチック片の劣化の過程を解明していく予定である。

キーワード：マイクロプラスチック、ごみ、紫外線
Keywords: microplastics, rubbish, ultraviolet ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊勢湾，三河湾の表層堆積物の粒度と炭素，窒素，硫黄濃度分布からみた海底環境

Seafloor environment based on grain and concentrations of carbon, nitrogen and sulfur of surface sediment in Ise and Mikawa bays

*天野 敦子[1]、清家 弘治[1]
*Atsuko Amano[1], Koji Seike[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National institute of Advanced Industrial Science and Technology

伊勢湾・三河湾内の表層堆積物の粒度，全有機炭素（TOC），全窒素（TN），全硫黄（TS）濃度，全有機炭素全窒素量比（C/N）分布を明らかにし，海底環境について検討した．本研究では，2018年9月にミニマルチプルコアラーを用いて採取された18試料と，2004年12月にグラブ採泥器によって採取された26試料の合計44試料を用いて分析を行った．伊勢湾，三河湾の粒度は湾奥から中央部では6-8φで，中央部から湾口にかけては3-4φと粗くなる．TOC，TN，TS濃度はシルトが堆積する湾奥から湾中央部にかけては相対的に高い値を示し，湾口付近では急激に減少する．またC/N比は本調査海域の大部分で8-9を示すが，伊勢湾の湾奥，木曽川河口沖で10以上の値を示す．粒度分布は湾奥から湾中央にかけての海域はシルトが堆積する停滞的な水利環境であるが，湾口や海峡付近では潮汐流の増加によって砂質堆積物が堆積することを示す．元素分布は，停滞的なために湾口～湾中央部では有機物は堆積しやすく，貧酸素状態であることを示唆する．また，有機物起源の指標となるC/N比は湾内の大部分は海洋プランクトン起源の有機物が堆積するが，木曽川河口沖では陸性植物が多くなることを示す．

キーワード：粒度、CNS元素、海底表層堆積物
Keywords: grain size, CNS elements, surface sediment of seafloor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

駿河湾におけるエスチュアリ循環の観測
Hydrographic observations of estuarine circulation in Suruga Bay, Japan

*田中 潔[1]、仁木 将人[2]、轡田 邦夫[2]、石田 明生[3]、高橋 大介[2]、勝間田 高明[2]、植原 量行[2]
*Kiyoshi Tanaka[1], Masato Niki[2], Kunio Kutsuwada[2], Akio Ishida[3], daisuke Takahashi[2], Takaaki Katsumata[2], Kazuyuki Uehara[2]

1. 東京大学、2. 東海大学、3. 常葉大学
1. University of Tokyo, 2. Tokai University, 3. Tokoha University

桜エビは駿河湾の重要漁獲物である。桜エビの商業漁獲は日本では駿河湾でのみ、世界でも日本以外では台湾でだけで行われている。なぜ世界でもこれら二地域だけにしか桜エビが豊富に生息していないのかはよく分かっていない部分も多いが、二つの要因が重要であろうと考えられている。一つは深海にまで続く急峻な大陸斜面の存在、もう一つは豊富な河川水が注がれていることである。そこで、筆者らは駿河湾の奥部で、ADCPやCTDを用いての高解像度の船舶観測を実施した。駿河湾の奥部には富士川の河口が位置し、それは急峻な大陸斜面に直結している。また、河口域には高気圧性（時計回り）の渦が形成され易いことも知られている。そして、今回の観測結果では、その河口域にエスチュアリ循環的な傾圧構造が見られた。深度20 m程に位置する層内に（河川系水の流れとは反対向きに）河口に向かう流れが存在しており、それは河口近傍で河川系水に連行加入されている可能性が示唆された。

キーワード：駿河湾、桜エビ、エスチュアリ循環、海洋観測
Keywords: Suruga Bay, Sergia lucens, estuarine circulation, hydrographic observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジャカルタ湾の河川水の滞留時間
Residence time of river water in the Jakarta Bay

*森本 昭彦[1]、Soeyanto Endro[2]、速水 祐一[3]、Sudaryanto Agus[2]、Sachoemar Suhendar[2]
*Akihiko Morimoto[1], Endro Soeyanto[2], Yuichi Hayami[3], Agus Sudaryanto[2], Suhendar Sachoemar[2]

1. 愛媛大学、2. BPPT, Indonesia、3. 佐賀大学
1. Ehime University, 2. BPPT, Indonesia, 3. Saga University

インドネシアの首都ジャカルタに面するジャカルタ湾は、東西約30㎞、南北約10㎞、最大水深20m程度の比較的浅く、ジャワ海に対し開放的な湾である。この湾には多くの河川を通じ大量の物質が供給されている。ジャカルタの下水道整備率は4%程度と低いため、大量の有機物、栄養塩、ごみなどがジャカルタ湾へと供給されている。そのため、湾内の海洋環境はかなり悪化していると予想されるが、観測データが多くなくその実態はつかめていない。我々は2015年の12月より、ジャカルタ湾の貧酸素の状況を把握するため年4回の海洋観測を実施している。その結果、1年を通じて湾内底層には貧酸素水塊が形成されていることが分かった。また、貧酸素の規模は河川流量が最も多い雨季には小さく、雨季から乾季や乾季から雨季の移行期に大きくなっていた。ジャカルタ湾のような熱帯では常に海面から加熱されているため、水温は鉛直一様になり成層しない。そのため密度成層は、河川からの淡水供給により決める。そのことを考えると、ジャカルタ湾の密度成層は雨季に発達することが予想され、成層の発達により酸素の鉛直輸送量の減少により貧酸素化することが期待されるが、実際はそのような状態になっていない。

本研究では、ジャカルタ湾の成層構造の季節変化を理解するため、3次元の数値モデルを構築し河川水の年齢と各河川の湾内の塩分への寄与率の季節変化を明らかにすることを目的とする。数値モデルはPOMをベースとしたもので、ジャカルタの気象台の風データ、湾内へ淡水を供給する10河川の河川流量データ、開境界での4分潮の調和定数と観測された水温・塩分を境界条件として与え、2016年の計算を行った。計算された塩分分布は乾季を除き観測とよく一致していた。表層流を調べると、2，5月は湾の西から流入し東から流出、9，12月は反対に東から流入し西から流出する流れとなっていた。湾内に流入する最大河川であるCitarum川が湾北東部に位置することから、河川流量の大きい2，5月には流入した淡水が速やかに湾外へ流出していることが予想された。湾内での河川水の滞留時間を把握するため、CART理論(Deleersnijder et al., 2001)によりジャカルタ湾内の河川水の年齢を計算した。雨季～乾季の移行期である5月の河川水の年齢は約15日、乾季である9月の河川水の年齢は約50日であった。季節による河川流量の違いだけでなく、このような河川水の湾内での滞留時間の違いが、密度成層構造と貧酸素水塊の形成に関係することが示唆された。発表時には、湾内へ淡水を供給する10河川の各河川が塩分にそれぞれどの程度寄与しているかについても紹介する。

キーワード：河川水の滞留時間、ジャカルタ湾
Keywords: Residence time of river water, Jakarta Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 102 1F

[A-OS15] 陸域と海洋をつなぐ水循環の素過程

コンビーナ:木田 新一郎(九州大学・応用力学研究所)、山崎 大(東京大学生産技術研究所)、山敷 庸亮(京都大学大学院総合生存学館)、三寺 史夫(北海道大学低温科学研究所)、座長:木田 新一郎(九州大学応用力学研究所)、三寺 史夫(北海道大学低温科学研究所)、山敷 庸亮(京都大学大学院総合生存学館)

陸域の気象場と海洋の循環場は河川水を通じて繋がっており、大規模スケールで起こる淡水循環は近年、衛星観測や数値モデルなどを通じて急速にその実態が明らかになりつつある。本セッションでは地表面流出、河川の流量変動・洪水、そしてデルタ地帯などのエスチュアリーや海洋で起こる水塊交換・河川プリュームの形成、など陸域と海洋をつなぐ水循環に関わる力学・物質循環の素過程に関する研究成果を数値モデル・観測・理論を問わず募集する。

15:30 ~ 15:45

[AOS15-01] 静止・極軌道衛星データを使った沿岸域の流れと水質推定研究の最前線

★招待講演

*作野 裕司[1] (1.広島大学大学院工学研究科)

15:45 ~ 16:00

[AOS15-02] 湿潤熱帯流域の降雨流出氾濫現象とモデリング

★招待講演

*佐山 敬洋[1]、山本 浩大[2]、荒木 稜香[2]、Apip Apip[3]、Siska Eva[1]、寶 馨[4] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院工学研究科、3.インドネシア科学院、4.京都大学大学院総合生存学館)

16:00 ~ 16:15

[AOS15-03] オホーツク海におけるカムチャッカ半島からの河川流入の役割

*美山 透[1]、三寺 史夫[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構・アプリケーションラボ、2.北海道大学低温科学研究所)

16:15 ~ 16:30

[AOS15-04] CHLOROPHYLL ESTIMATION OF LAKE AND COASTAL WATER USING REMOTE SENSING APPROACH

*Yadav Shweta[1]、Yosuke Yamashiki[1]、Susaki Junichi[1]、Ishikawa Kanako[2]、Yamashita Yoh[1] (1.Kyoto University、2.Lake Biwa Environmental Research Institute)

16:30 ~ 16:45

[AOS15-05] 陸海空三重境界層および生物・人類圏としての海大陸沿岸域

*山中 大学[1] (1.総合地球環境学研究所／神戸大学名誉教授)

16:45 ~ 17:00

[AOS15-06] ガンジス・ブラマプトラ川からベンガル湾への淡水流入

*木田 新一郎[1]、山崎 大[2] (1.九州大学・応用力学研究所、2.東京大学・生産技術研究所)

静止・極軌道衛星データを使った沿岸域の流れと水質推定研究の最前線
The forefront research for flow and water quality estimations in coastal area using geo-stationary and polar orbital satellites data

*作野 裕司[1]
*Yuji Sakuno[1]

1. 広島大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Hiroshima University

広域の流速や水質分布を高解像度で，連続的に推定することは，河川と海洋との接点で発生する現象を解明するために，極めて重要である．近年，衛星リモートセンシングはそのような現象を把握する強力なツールとして期待される．本発表では，最初に海面水温（SST）を10分間隔で観測する静止気象衛星「ひまわり8号」データを使った流速推定の事例が紹介される．研究対象地域のインドネシアのロンボク海峡南部において，連続したSST画像に画像相関法を適用することによって0.5m/s程度の強い流速分布が検出された．このような手法は広い海峡の流速分布を低コストで測定できるため，顕著な水温差がある海域では特に有効である．一方，2018年7月には西日本豪雨が発生し，陸上から流出した大量の土砂は， 瀬戸内海などに流出した．その結果，養殖用のカキ筏が壊されたり，大量に流出した栄養塩が原因と考えられる赤潮被害が発生した．このような大きな出水の様子は，Landsat-8やSentinel-2と呼ばれる高分解能地球観測衛星（10～30m）やGCOM-C （250m）と呼ばれる中分解能地球観測衛星（250m）極軌道衛星データによってモニタリングされた．極軌道衛星は静止衛星と比べて観測頻度は低いが，解像度が良いため河川からの土砂流出分布や赤潮分布を詳細に可視化できる利点がある．今後，このような静止・極軌道衛星データ，実測データ，および数値モデルなどの技術を組み合わせれば，外洋と河川とをつなぐ沿岸域の環境をさらに迅速かつ詳細にモニタリングできるようになるだろう．

キーワード：衛星、流れ、水質
Keywords: satellite, flow, water quality

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

湿潤熱帯流域の降雨流出氾濫現象とモデリング
Rainfall-Runoff-Inundation Processes and Modeling in a Humid Tropical River Basin

*佐山 敬洋[1]、山本 浩大[2]、荒木 稜香[2]、Apip Apip[3]、Siska Eva[1]、寶 馨[4]
*Takahiro Sayama[1], Kodai Yamamoto[2], Ryoko Araki[2], Apip Apip[3], Eva Mia Siska[1], Kaoru Takara[4]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都大学大学院工学研究科、3. インドネシア科学院、4. 京都大学大学院総合生存学館
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 3. LIPI, Indonesia, 4. Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University

Large-scale plantations of palm and acacia trees have caused 50 % reduction of natural forests in the 25 years between 1985 to 2009 in Sumatra, Indonesia. Deforestation of natural forest might have changed water cycle in the area including runoff and evapotranspiration, which may lead to possible changes in flood and drought conditions. Downstream parts of river basins in Sumatra spreads wetlands with rich ecosystems, though such environment have degraded due to land cover changes over the last few decades to agricultural areas. Drying the wetlands by drainage for rice cropping and other agricultures caused various issues including peatland fire and haze in surrounding regions. In addition to the land cover change, climate change may give significant impact on the hydrologic cycle in this region. Climate change in humid tropical region in South East Asia has been difficult to be predicted due to local atmospheric cycle. Furthermore, hydrologic process understandings and their representations by simulation models are the important scientific step toward adequate assessment of land cover and climate changes. Among various hydrologic processes, rainfall-runoff processes in tropical climate conditions characterized also by deep weathered soil layers have been poorly understood. Our study is conducted based on field investigation with respect to rainfall-runoff processes in the mountainous hillslope in Sumatra to understand the fundamental characteristics of rainfall-runoff in this region, and to represent the feature particularly with a thick soil layer, in our distributed hydrologic model. After the calibration and validation of the model at the river basin scale in the Batanghari River basin, we assess the impact of the climate change by inputting the rainfall.

Some findings from the field monitoring are summarized below. According to a simple cone penetration experiment, the soil depths in the hillslope were estimated to be about 1.5 ~ 4.5 meters. Furthermore, the soil sample experiment at surface, 30 cm and 60 cm depths showed that saturated hydraulic conductivities were as high as 7,200 mm/h while the volumetric water content maintain also high (0.45~0.50) with negative suction between 1~10 m. Such characteristics should be explained due to the aggregated soil in humid tropics. In our site, the foot of the slope (SK1) has thicker soil layer (4.5 m), while it is reduced to 1.5 m about 20 m upstream along the hillslope (SK3). Groundwater table exists at the depths of about 3 ~ 4 m depth consistently at SK1 (bottom) and SK2 (middle) and the groundwater table responses rapidly to rainfall. With the high saturated hydraulic conductivity and high infiltration rate, especially in the natural forest area, we conceptualize the rainfall-runoff in this region is dominated by fairly quick vertical infiltration into the thick soil layer and the recharge to the groundwater table. Based on the above process understandings, we represent the process in the Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) model to the entire Batanghari River basin to simulate streamflow at the river basin scale.

キーワード：熱帯雨林、降雨流出、RRIモデル、土地利用変化、気候変動、スマトラ島

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Tropical Forest, Rainfall-Runoff, RRI Model, Landuse Change, Climate Change, Sumatra Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

オホーツク海におけるカムチャッカ半島からの河川流入の役割
Role of river inflows from Kamchatka Peninsula in the Okhotsk Sea

*美山 透[1]、三寺 史夫[2]
*Toru Miyama[1], Humio Mitsudera[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構・アプリケーションラボ、2. 北海道大学低温科学研究所
1. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, , 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

オホーツク海は海氷の最南下緯度が世界で最も低いユニークな海である。海氷生成は、オホーツク海のみならず、北太平洋の水塊形成にとっても重要である。沿岸からの河川流入は成層を変えることで海氷生成に影響を与える。特にオホーツク海西側のアムール川の影響については広く議論されてきた。アムール川の化学・生物サイクルに果たす役割も調べられてきた。一方で、オホーツク海東側のカムチャッカ半島からの河川流入の役割についてはあまり知られていない。

本研究ではカムチャッカ半島からの河川流入の役割を調べるために、北オホーツク海を数値計算した。FVCOM (Finite-Volume, Primitive equation Community Ocean Model; Chen et al. 2003)を使用している。大気外力にはJRA55-do (Tsujino et al., 2018)を用いた。河川流入のデータもSuzuki et al. (2017)にもとづいたJRA55-doのものを使用した. 非構造格子のグリッド距離は南境界の約9.0kmから北岸の1.4kmまで小さくしてある。

カムチャッカからの河川流入有り・無しの実験を比較した。カムチャッカからの河川流入無しでは、カムチャッカ沿岸の塩分が顕著に(1単位以上)増加した。塩分増加はオホーツク海西側まで広がる。塩分の変化によりオホーツク海の海氷生成にも影響が見られた。

キーワード：オホーツク海、海氷、河川流入
Keywords: Okhotsk Sea, sea ice, river inflow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CHLOROPHYLL ESTIMATION OF LAKE AND COASTAL WATER USING REMOTE SENSING APPROACH

*Yadav Shweta[1]、Yosuke Yamashiki[1]、Susaki Junichi[1]、Ishikawa Kanako[2]、Yamashita Yoh[1]
*Shweta Yadav[1], Yamashiki Yosuke[1], Junichi Susaki[1], Kanako Ishikawa[2], Yoh Yamashita[1]

1. Kyoto University、2. Lake Biwa Environmental Research Institute
1. Kyoto University, 2. LBERI

Chlorophyll-a is an optically active compound (OAC) commonly used as a proxy for phytoplankton biomass in an aquatic environment. Retrieving the concentration of chlorophyll-a remains a challenge due to the presence of several OAC particularly in water bodies which are in proximity to the land-based activities. In this study, an effort has been made to estimate the chlorophyll-a concentration of both the freshwater Lake Biwa and the coastal water of Wakasa Bay in Japan. A spectral decomposition algorithm was used to determine the chlorophyll-a using the satellite images. The algorithm was applied to the satellite images from two different sensors namely Landsat-8 /OLI and Sentinel-2A/MSI. The satellite-derived chlorophyll-a concentration for the lake and coastal water from two different sensors were compared to assess the performance of both the sensors. The accuracy of the chlorophyll-a results derived from the images was evaluated with the in-situ measurement data of the chlorophyll-a for the Lake Biwa and the coastal water of Wakasa Bay. Both satellite sensors appear to give the best results for the coastal water ($R^2 > 0.80$) with an RMSE < 0.3 μg/L. However, slight underestimation of chlorophyll-a noted for the Landsat-8 image with an increase in chlorophyll-a concentration. For the lake water, Sentinel-2A results were relatively better ($R^2 > 0.70$) than Landsat-8, with an RMSE of < 1.0 μg/L. The obtained results will be useful to evaluate the primary productivity of both freshwater and coastal water body.

キーワード：Chlorophyll-a、 Lake and Coastal Water、Satellite-Remote Sensing
Keywords: Chlorophyll-a, Lake and Coastal Water, Satellite-Remote Sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸海空三重境界層および生物・人類圏としての海大陸沿岸域
Maritime-continent coastal region as land-sea-air triple boundary layer and bio-anthroposphere

*山中 大学[1]
*Manabu D. Yamanaka[1]

1. 総合地球環境学研究所／神戸大学名誉教授
1. Research Institute for Humanity and Nature / Professor Emeritus of Kobe University

放射平衡からのずれは大気・海洋大循環と潜熱加熱で補われる．主に赤道域積乱雲で生成される潜熱は，加熱過多と大循環生成の両方に関与する．赤道域では低気圧を作るCoriolis力が弱いので，日周期の海陸温度差が積乱雲つまり雨の主要因である．インドネシア海大陸の世界最長の海岸線が，地球気候を支える世界最多雨と最大潜熱源を作る（山中他，2018, *PEPS*）．多量の淡水が海大陸沿岸泥炭地域の生物圏と生物多様性を支え，それらは泥炭・石炭という形で地質学的時間炭素の循環・貯蔵にも関与してきた．人類は熱帯アフリカで進化してから他生物との共存が容易な温帯へ疎開したが，その増加と発展は熱帯の現生・化石生物資源を収奪することでなされてきた．気候は飲用・農業用・工業用の雨水量を通じて人口を規定すると共に，産業革命後の人類の化石燃料と泥炭地開発が温室効果気体増加により気候を変えてきた．このような気候と人間活動との相互作用の研究が進められている（地球研泥炭社会プロジェクト）．中小規模（レーダー等）から経年変動（歴史的気候データ復元）に至る雨量変動の解析に基き，海大陸沿岸域に集中する雨における人類圏の「飽和」を議論する．

キーワード：海岸線地帯、海陸風・季節風循環、水循環、生物・人類圏、海大陸泥炭地域
Keywords: cosatal region, sea-land breeze and monsoon circulations , hydrologic cycle, bio-anthroposphere, maritime-continent peatland

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ガンジス・ブラマプトラ川からベンガル湾への淡水流入
River-ocean interaction at the Ganges-Brahmaputra river mouth

*木田 新一郎[1]、山崎 大[2]
*Shinichiro Kida[1], Dai Yamazaki[2]

1. 九州大学・応用力学研究所、2. 東京大学・生産技術研究所
1. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 2. Institute of Industrial Sciences, The University of Tokyo

The Ganges-Brahmaputra river is a major source of freshwater for the Bay of Bengal. River discharge occurs through the Ganges-Brahmaputra Delta, which consists of multiple river mouths. The seasonal cycle of this river discharge is observed with a minimum from late winter to early spring and a maximum from late summer to early fall. The seasonal cycle of the sea surface height for the Bay of Bengal, on the other hand, shows the presence of the Kelvin waves propagating from the equatorial Indian Ocean. We investigated how these two processes may interact at the river mouths based on a high-resolution numerical model that resolves the various channels of the Ganges-Brahmaputra Delta. The model simulates the basic seasonal cycle of the river discharge that is comparable to observations, with a river plume forming from the major river mouth and along the coast. Preliminary results suggest significant river-ocean interaction in narrow channels and, at times, reverse the direction of the river flow.

キーワード：河川流出、水循環、ベンガル湾
Keywords: River discharge, water cycle, Bay of Bengal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[A-OS15] 陸域と海洋をつなぐ水循環の素過程

コンビーナ:木田 新一郎(九州大学・応用力学研究所)、山崎 大(東京大学生産技術研究所)、山敷 庸亮(京都大学大学院総合生存学館)、三寺 史夫(北海道大学低温科学研究所)

陸域の気象場と海洋の循環場は河川水を通じて繋がっており、大規模スケールで起こる淡水循環は近年、衛星観測や数値モデルなどを通じて急速にその実態が明らかになりつつある。本セッションでは地表面流出、河川の流量変動・洪水、そしてデルタ地帯などのエスチュアリーや海洋で起こる水塊交換・河川プリュームの形成、など陸域と海洋をつなぐ水循環に関わる力学・物質循環の素過程に関する研究成果を数値モデル・観測・理論を問わず募集する。

[AOS15-P01] MERIT Hydro: Global 90m-resolution hydrography map based on latest topography datasets.

*山崎 大[1] (1.東京大学生産技術研究所)

[AOS15-P02] 沿岸デルタ域の複合水害モデリングにおける全球・領域モデルの比較

*池内 寛明[1,2]、山崎 大[2]、平林 由希子[3] (1.東京大学大学院工学系研究科、2.東京大学生産技術研究所、3.芝浦工業大学大学院理工学研究科)

[AOS15-P03] ドローン搭載の可視/赤外カメラによる河口フロントの観測

*荒木 賢太[1]、木田 新一郎[2]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学　応用力学研究所)

[AOS15-P04] Numerical simulation of typhoon storm surge in the LUOYUAN Bay

*Nan Yuan[1]、Humio Mitsudera [1] (1.Hokkaido University, the Institute of Low Temperature Science)

[AOS15-P05] 河川プリュームバルジのバルーニングに関する水槽実験および数値実験

*藤田 侑輔[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学　応用力学研究所)

MERIT Hydro: Global 90m-resolution hydrography map based on latest topography datasets.

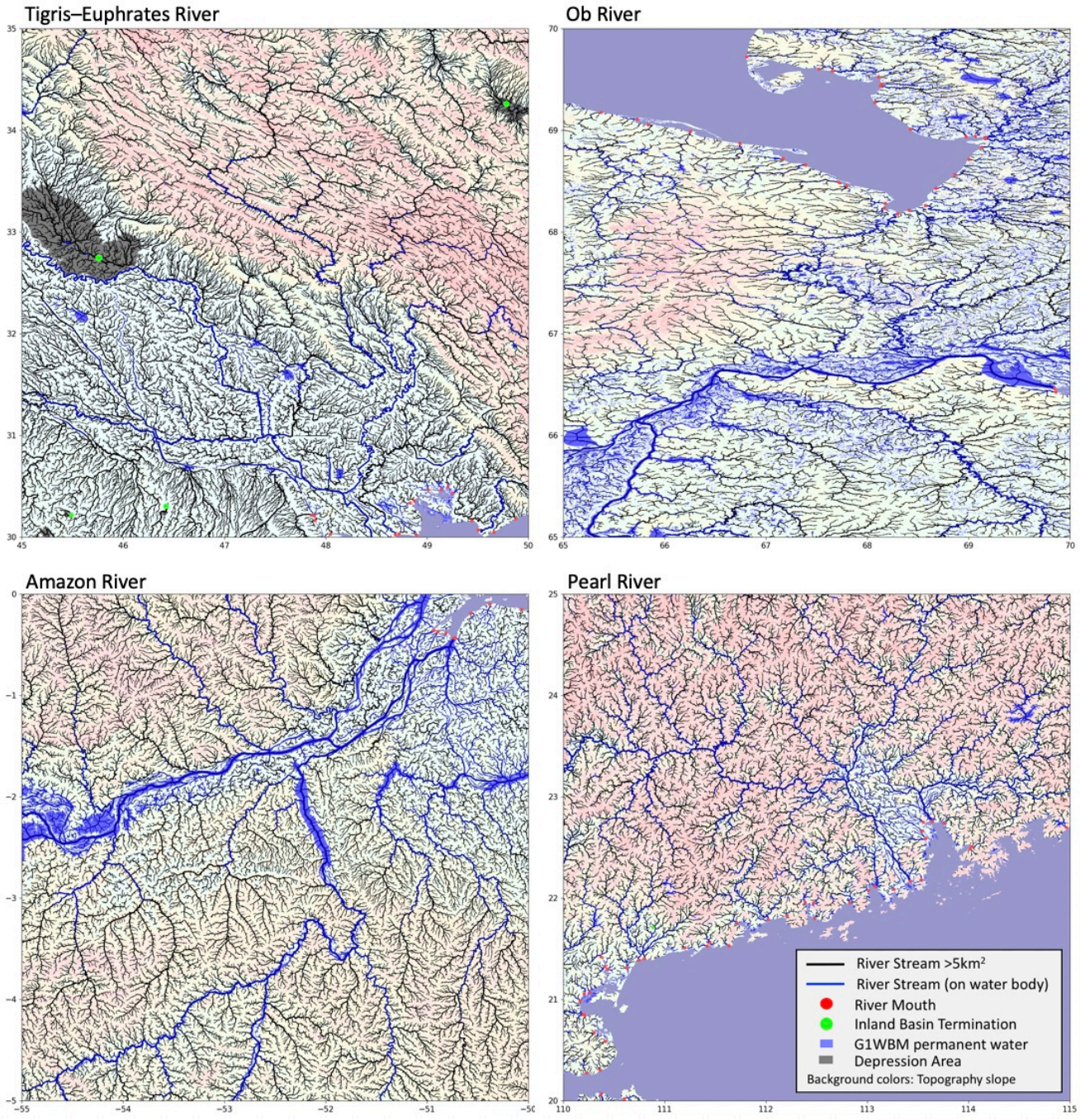
*山崎 大[1]
*Dai Yamazaki[1]

1. 東京大学生産技術研究所
1. Institute of Industrial Sciences, The University of Tokyo

High-resolution raster hydrography maps are a fundamental data source for many geoscience applications. Here we introduce MERIT Hydro, a new global flow direction map at 3 arc-second resolution (~90 m at the equator) derived from the latest elevation data (MERIT DEM) and water body datasets (G1WBM, GSWO, and OpenStreetMap). We developed a new algorithm to extract river networks near-automatically by separating actual inland basins from dummy depressions caused by the errors in input elevation data. After a minimum amount of hand-editing, the constructed hydrography map shows good agreement with existing quality-controlled river network datasets in terms of flow accumulation area and inland basin distribution. The location of river streamlines was realistically aligned with existing satellite-based global river channel data. Comparison to GRDC gauges confirmed the accuracy of drainage basin delineation for global river networks in most cases. Discrepancies in flow accumulation area were found mostly in arid river basins containing depressions that are occasionally connected at high water levels and thus resulting in uncertain watershed boundaries. MERIT Hydro improves on existing global hydrography datasets in terms of spatial coverage (between N90 and S60) and representation of small streams, mainly due to increased availability of high-quality baseline geospatial datasets. The new flow direction and flow accumulation maps, along with accompanying supplementary layers on hydrologically adjusted elevation and channel width, will advance geoscience studies related to river hydrology at both global and local scales.

キーワード：Global Hydrology、River dataset
Keywords: Global Hydrology, River dataset

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沿岸デルタ域の複合水害モデリングにおける全球・領域モデルの比較
Comparison of model performance between global- and regional-scale river models in simulating compound flooding in coastal deltas in the world’s continental rivers

*池内 寛明[1,2]、山崎 大[2]、平林 由希子[3]
*Hiroaki Ikeuchi[1,2], Dai Yamazaki[2], Yukiko Hirabayashi[3]

1. 東京大学大学院工学系研究科、2. 東京大学生産技術研究所、3. 芝浦工業大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 3. Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Instittute of Technology

Compound flooding, the co-occurrence of river and coastal flooding, is a major threat for delta regions and is rapidly gaining both social and academic attention. Global river models are widely used these days for various purposes such as flood forecast, flood risk assessment, and earth system sciences, and they can be used for flood risk assessment in delta regions as well. CaMa-Flood is a state-of-the-art global hydrodynamic model replicating river routing and floodplain inundation dynamics, and recently it has been applied to conduct compound flooding simulation by coupling a global tide and surge reanalysis data for the first time. However, because the model solves 1 dimensional momentum equations, complex water flow processes in river-coast interface may not be fully expressed.

The objective of this study is to enhance our understanding on issues in modelling compound flooding in the framework of global river models. To achieve this, we compare the difference in model performance between a global- and a regional-scale river model for the simulation of flood inundation in delta regions. We selected CaMa-Flood as a global model and LISFLOOD-FP as a regional model respectively. The reason for the choice of these models is that both the momentum equation and the sub-grid approximation of floodplain inundation dynamics are the same in the models, which enables us to compare the model performance in terms of dimensions, i.e., 1 dimensional flow equation for CaMa-Flood, and 2 dimension for LISFLOOD-FP. We proposed a method to construct LISFLOOD-FP model based on the topography and river channel bathymetry taken in CaMa-Flood to make the input topographical data as similar as possible. Simulation results suggest that while the overall flood extent was similar for both models, the spatial pattern of floodplain inundation depth differed because of the unit-catchment shape, i.e., the spatial unit of calculation taken in the CaMa-Flood model.

キーワード：複合水害、全球モデル、沿岸デルタ
Keywords: compound flooding, global models, coastal deltas

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ドローン搭載の可視/赤外カメラによる河口フロントの観測
Observation of a river plume by drone-mounted visible/infrared cameras

*荒木 賢太[1]、木田 新一郎[2]、磯辺 篤彦[2]
*Kenta Araki[1], Shinichiro Kida[2], Atsuhiko Isobe[2]

1. 九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2. 九州大学　応用力学研究所
1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

はじめに

人工衛星を用いた海面水温の熱赤外観測は海洋学にとって重要な観測手法であるが、時空間規模の小さな沿岸海洋過程への活用はまだまだ難しい。本研究の目的は、ドローンを用いて高度150mより低高度から海面リモートセンシングを行い、沿岸域の海色や海面水温（SST）分布を数 cm 程度の空間解像度で観測することである。

観測

2018 年 9 月11日に愛媛大学調査船「いさな」で、ドローンによる沿岸海洋の観測を瀬戸内海西部の伊予灘、肱川河口域で行った。本研究では、ドローンに可視/赤外線カメラを搭載し、海面に対して100m真上から海面の撮影を実施した。観測時間7分程度で、計18枚の画像を取得した。可視画像、赤外画像それぞれの一画像がカバーする面積は100m×70m、80m×60m である。 観測範囲の河口フロントの海中での構造を確かめるために、フロントを横断する方向で CTD 観測も行った。

結果と考察

観測で撮影された赤外画像からは、画像の中心部から周辺部にかけて同心円状に明るさの差が発生する口径食が確認できた。口径食があると実際のSST分布が把握できないため、除去する必要がある。可視画像からは明瞭な河口フロントが観測されているため、現在は、口径食を除去する画像処理を経て可視画像と赤外画像が整合するようにフロントの検出を行なっている。可視画像や赤外画像に検出されるフロントの微細構造を中心に発表する。また CTDデータから得られる鉛直断面分布と、ドローンで撮影した海面水温分布との比較を行う予定である。

キーワード：ドローン、海面水温、河口フロント
Keywords: drone, sea surface temperature, river plume

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical simulation of typhoon storm surge in the LUOYUAN Bay

*Nan Yuan[1], Humio Mitsudera [1]

1. Hokkaido University, the Institute of Low Temperature Science

According to the statistics of China Marine Disaster Bulletin published in May 2018, from 2008 to 2017, around 100 billion financial loss happened in each year due to marine disasters. Over 80% loss was caused by storm surges. Further, unfortunately, the FUJIAN Province is a place they prefer to visit. The research area, the LUOYUAN bay, is located on the northeastern area of the FUJIAN Province, which was so inconspicuous that not so many researchers concerned the storm surges happened there. However, it brings demands of study with the increase of financial developments and people’s settling down in this area. Therefore, this research started.

For studying the response of the sea level in this area to a storm, a high-resolution model with the ADvanced CIRCulation model (ADCIRC) was established first. It used unstructured fine grids, and the topography from electronical chart partially and coastline data with resolution 1:10000. By comparing the simulated water level with the observation, we can see that both match with each other quite well. Furthermore, via harmonic analysis and contrasting with previous studies, the accuracy of this model was verified.

Based on the model, some experiments were conducted to assess the response inside of the bay to different kinds of typhoon, primarily with different intensities on the north-south (N-S) moving path, and the northwest-southeast (NW-SE) moving path. Results are as follows. On the one hand, there are common features we can understand easily: the surge increases gradually with the strength of typhoons, and the peak-value surge can reach approximately 3 meters if a typhoon landed as a SUPER TYPHOON; the low pressure of a typhoon and strong wind will lead to a surge, and this surge would be more obvious when the typhoon passes near coastal areas; because of the cyclonic structure of a typhoon, it is easier for a typhoon that moves on an offshore path to induce the rising of water level on the southern part of bay than the northern part. On the other hand, there are also other findings that might be difficult to understand just by imagination: for the N-S path, there is a steep reduction of the sea level inside of the bay after the peak-value time. Such a rapid reduction of sea levels does not happen for the NW-SE path but for those in the southern area along the FUJIAN Province. By analyzing the data, we consider that wind direction and the shape of the bay would be the main reasons causing this phenomenon. Further, there is an oscillation in the sea level after peak-value time for the typhoon on the N-S path, and a larger reduction exists inside of the bay than the outside. Resonance between the different frequency of sea level changes, caused by various moving speeds of typhoons, and the local natural frequency of the bay might have some effects. We attempt to investigate resonance for the future study. The experiments with various parallel paths to the N-S path, as well as those parallel to the NW-SE path, also give similar results.

Keywords: Luoyuan Bay, typhoon, storm surge, marine disaster prevention and mitigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

河川プリュームバルジのバルーニングに関する水槽実験および数値実験
Laboratory and numerical experiments on the ballooning of river-plume bulge

*藤田 侑輔[1]、磯辺 篤彦[2]
*fujita yusuke[1], Atsuhiko Isobe[2]

1. 九州大学　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2. 九州大学　応用力学研究所
1. interdiscipinary graduate school of engineering science, Kyushu Univercity, 2. Research Institude for Applied Mechanics Kyushu Univ

河川プリュームバルジのバルーニング（沖方向への成長）は数値実験や水槽実験では観察されるが、実海岸で無限に成長するような現象が観測されることはなく、バルジの成長機構は詳しく解明されていない。本研究では河口において河川軸方向から海岸線がなす曲率（河川プリュームの放出曲率）に対する、バルジの成長速度の依存性に注目し、バルーニング機構の解明を目指す。まず回転水槽実験を行った。最初に減少の極限を見るべく、二通りで上記の曲率を変化させた。すなわち海岸線と河川の軸が平行な場合（曲率半径は無限大）と、直角な場合（曲率半径が０）である。直角である場合、従来の実験で確認されるような河川プリュームバルジのバルーニングが確認された。また、曲率半径が無限大になる場合、河川プリュームバルジそのものが形成されなかった。どの曲率でバルーニングが観測されるか、また、そのメカニズムは何か、流体運動を制御しやすい数値モデルで検証を進めている。曲率を自由に変更できるFinite Volume Coastal Ocean Model(FVCOM)を用いて数値実験を行い、水槽実験と同じ結果が得られるかを確認した。その後で河口の曲率を変化させ、バルジの発生する曲率を求めていく。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[A-OS16] 海洋化学・生物学

コンビーナ:山田 奈海葉(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)、安中 さやか(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)

本セッションは、海洋化学・海洋生物学に関する幅広い研究テーマについて、様々な観点から発表・議論・情報交換を?う場とする。観測データ解析・数値モデリング・室内実験など幅広い研究?法からの発表を歓迎する。

[AOS16-P01] **Seasonal productions of dinoflagellate cysts in relation to environmental characteristics in Jinhae-Masan Bay, Korea: One year sediment trap observation**

*Hyeon Ho Shin[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[AOS16-P02] 1991年から2017年間で太平洋に蓄積した人為起源CO2

*村田 昌彦[1]、Carter B.R.[2,3]、Feely R.A.[3]、Wanninkhof R.[3]、纐纈 慎也[1]、Sonnerup R.E.[2]、Pardo P.C.[4]、Sabine C.L.[5]、Johnson G. C.[3]、Sloyan B.M.[6]、Mecking S.[2]、Tilbrook B.[6]、Speer K.[7]、Talley L.D.[8]、Millero F.J.[9]、Wijffels S.E.[6,10]、Macdonald A.M.[10]、Gruber N.[11]、Bullister J. L.[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.University of Washington、3.NOAA、4.University of Tasmania、5.University of Hawaii Manoa、6.CSIRO、7.The Florida State University、8.University of California、9.University of Miami、10.Woods Hole Oceanographic Institution、11.IBP)

[AOS16-P03] 太平洋熱帯域における表層CO_2分圧・栄養塩の季節・経年変動

*安中 さやか[1]、纐纈 慎也[1]、P.G. Strutton[2]、A.J. Sutton[3]、村田 昌彦[1]、中岡 慎一郎[4]、野尻 幸宏[4] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2.University of Tasmania、3.NOAA、4.NIES)

Seasonal productions of dinoflagellate cysts in relation to environmental characteristics in Jinhae-Masan Bay, Korea: One year sediment trap observation

*Hyeon Ho Shin[1]

1. Korea Institute of Ocean Science and Technology

To investigate dinoflagellate cyst production and seasonality in relation to major environmental factors, such as water temperature, salinity, chlorophyll-*a* (chl-*a*) and dissolved nutrients, and to propose dinoflagellate cysts as possible biological indicators for the reconstruction of past environmental conditions, a sediment trap study was conducted for one year, from March 2011 to February 2012, in Jinhae-Masan Bay, Korea. Marked increases in dinoflagellate cyst production were documented in Jinhae-Masna Bay during two distinct seasons (summer and late autumn) characterized by different environmental conditions. Summer (July and August) was characterized by relatively high water temperature, dissolved inorganic nitrogen (DIN), and chl-*a* concentrations and low salinity, whereas late autumn (November and December) exhibited high dissolved inorganic phosphorus, low water temperature and high salinity, compared to those of the summer. Fourteen dinoflagellate cyst taxa were identified. These assemblages were dominated by *Brigantedinium* species (round brown cyst), cysts of *Scrippsiella* species, *Spiniferites* species and cysts of *Alexandrium* species (ellipsoidal cyst). The total flux of dinoflagellate cysts ranged from 781 cysts m^{-2} day^{-1} to 5,602 cysts m^{-2} day^{-1}, and the production of autotrophic dinoflagellate cysts was mainly restricted to the warmest months (July-September) and autumn. Multivariable analysis revealed that the production of major dinoflagellate cysts, excluding those of *Brigantedinium* species, can be enhanced by environmental conditions during summer in Jinhae-Masan Bay. In particular, the increased production of cysts of *Scrippsiella* species was related to increased water temperature, and the increased production production of *Spiniferites* species was associated with lower salinity. Two peaks in cyst production of *Alexandrium* species in August and November corresponded with significant increases in DIN and DIP; however, no significant relationship was found between the production of *Brigantedinium* species and environmental factors in Jinhae-Masan Bay. These results suggest that the cysts of *Scrippsiella* species, *Spiniferites* species and cysts of *Alexandrium* species present in sediment samples from Jinhae-Masan Bay can be used as biological indicators to reconstruct past environmental conditions involving relatively high water temperature, low salinity and enhanced nutrient level.

Keywords: Scrippsiella, Spiniferites, Alexandrium, phytoplankton, summer, Late autumn

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1991年から2017年間で太平洋に蓄積した人為起源CO2
Pacific anthropogenic carbon between 1991 and 2017

*村田 昌彦[1]、Carter B.R.[2,3]、Feely R.A.[3]、Wanninkhof R.[3]、纐纈 慎也[1]、Sonnerup R.E.[2]、Pardo P.C.[4]、Sabine C.L.[5]、Johnson G. C.[3]、Sloyan B.M.[6]、Mecking S.[2]、Tilbrook B.[6]、Speer K.[7]、Talley L.D.[8]、Millero F.J.[9]、Wijffels S.E.[6,10]、Macdonald A.M.[10]、Gruber N.[11]、Bullister J. L.[3]
*Akihiko Murata[1], Carter B.R.[2,3], Feely, R.A. Feely, R.A.[3], Wanninkhof, R. Wanninkhof, R.[3], Shinya Kouketsu[1], Sonnerup R.E.[2], Pardo P.C.[4], Sabine C.L.[5], Johnson G. C.[3], Sloyan B.M.[6], Mecking S.[2], Tilbrook B.[6], Speer K.[7], Talley L.D.[8], Millero F.J.[9], Wijffels S.E.[6,10], Macdonald A.M.[10], Gruber N.[11], Bullister J. L.[3]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. University of Washington、3. NOAA、4. University of Tasmania、5. University of Hawaii Manoa、6. CSIRO、7. The Florida State University、8. University of California、9. University of Miami、10. Woods Hole Oceanographic Institution、11. IBP
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. University of Washington, 3. NOAA, 4. University of Tasmania, 5. University of Hawaii Manoa, 6. CSIRO, 7. The Florida State University, 8. University of California, 9. University of Miami, 10. Woods Hole Oceanographic Institution, 11. IBP

The ocean is storing between a fourth and a third of anthropogenic CO_2 (C_{anth}) emissions. Monitoring the oceanic CO_2 sink is critical to assessing the global carbon budget. We estimate total C_{anth} storage and accumulation rates from 14 Pacific hydrographic sections that have been occupied two to four times over the past decades, with most sections having been recently measured as part of the Global Ocean Hydrographic Investigations Program (GO-SHIP). The C_{anth} sink over the top 1500 m of the Pacific increased from 8.6 (±1.1, 1 σ) Pg of carbon decade^{-1} from 1995 to 2005 to 10.8 (±1.1) PgC decade^{-1} from 2005 to 2015. We estimate 1.2 of this observed 2.2 PgC decade^{-1} increase in the rate of accumulation between decades is attributable to atmospheric anthropogenic CO_2 increases alone, while the remaining increase is consistent with recent literature suggesting there was an increase in the ocean carbon sink during the mid-2000s. Methods that allow for analysis of multiple occupations of sections and comparisons between different sections spaced irregularly in time are introduced. The accuracy of the resulting C_{anth} accumulation reconstructions is limited by the accuracy of the data, suggesting that a continuation of repeat hydrographic surveys with a high emphasis on obtaining multiple independent realizations of the most accurate possible measurements is a critical piece of future carbon cycle monitoring.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太平洋熱帯域における表層CO_2分圧・栄養塩の季節・経年変動
Spatio-temporal variability of surface water pCO2 and nutrients in the tropical Pacific from 1981 to 2015

*安中 さやか[1]、纐纈 慎也[1]、P.G. Strutton[2]、A.J. Sutton[3]、村田 昌彦[1]、中岡 慎一郎[4]、野尻 幸宏[4]
*Sayaka Yasunaka[1], Shinya Kouketsu[1], P.G. Strutton[2], A.J. Sutton[3], Akihiko Murata[1], Shin-ichiro Nakaoka[4], Yukihiro Nojiri[4]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2. University of Tasmania、3. NOAA、4. NIES
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. University of Tasmania, 3. NOAA, 4. NIES

We present a synthesis of surface water partial pressure of CO_2 (pCO_2) and nutrient observations in the tropical Pacific from 1981 to 2015. The e-folding scale for interannual variability of pCO_2 is estimated to be 6˚ in latitude, 13˚ in longitude, and 2 months with a signal-to-noise ratio of 4. When El Niño occurs, pCO_2 along the equator is reduced due to weakening of the easterly wind and reduced upwelling of CO_2 rich subsurface water. The surface seawater pCO_2 trend is positive in all regions with an area average of 1.8 ±0.1 μatm/yr. However, along the equator the trend is > 2 μatm/yr linked to the Pacific Decadal Oscillation forcing. Surface nutrient concentrations in the central to eastern tropics along the equator decreased during El Niño periods, but there are not enough data to characterize the trends of nutrients in the tropical Pacific.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[A-OS16] 海洋化学・生物学

コンビーナ:山田 奈海葉(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)、安中 さやか(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)

本セッションは、海洋化学・海洋生物学に関する幅広い研究テーマについて、様々な観点から発表・議論・情報交換を?う場とする。観測データ解析・数値モデリング・室内実験など幅広い研究?法からの発表を歓迎する。

[AOS16-P01] **Seasonal productions of dinoflagellate cysts in relation to environmental characteristics in Jinhae-Masan Bay, Korea: One year sediment trap observation**

*Hyeon Ho Shin[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[AOS16-P02] 1991年から2017年間で太平洋に蓄積した人為起源CO2

*村田 昌彦[1]、Carter B.R.[2,3]、Feely R.A.[3]、Wanninkhof R.[3]、纐纈 慎也[1]、Sonnerup R.E.[2]、Pardo P.C.[4]、Sabine C.L.[5]、Johnson G. C.[3]、Sloyan B.M.[6]、Mecking S.[2]、Tilbrook B.[6]、Speer K.[7]、Talley L.D.[8]、Millero F.J.[9]、Wijffels S.E.[6,10]、Macdonald A.M.[10]、Gruber N.[11]、Bullister J. L.[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.University of Washington、3.NOAA、4.University of Tasmania、5.University of Hawaii Manoa、6.CSIRO、7.The Florida State University、8.University of California、9.University of Miami、10.Woods Hole Oceanographic Institution、11.IBP)

[AOS16-P03] 太平洋熱帯域における表層CO_2分圧・栄養塩の季節・経年変動

*安中 さやか[1]、纐纈 慎也[1]、P.G. Strutton[2]、A.J. Sutton[3]、村田 昌彦[1]、中岡 慎一郎[4]、野尻 幸宏[4] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2.University of Tasmania、3.NOAA、4.NIES)

Seasonal productions of dinoflagellate cysts in relation to environmental characteristics in Jinhae-Masan Bay, Korea: One year sediment trap observation

*Hyeon Ho Shin[1]

1. Korea Institute of Ocean Science and Technology

To investigate dinoflagellate cyst production and seasonality in relation to major environmental factors, such as water temperature, salinity, chlorophyll-*a* (chl-*a*) and dissolved nutrients, and to propose dinoflagellate cysts as possible biological indicators for the reconstruction of past environmental conditions, a sediment trap study was conducted for one year, from March 2011 to February 2012, in Jinhae-Masan Bay, Korea. Marked increases in dinoflagellate cyst production were documented in Jinhae-Masna Bay during two distinct seasons (summer and late autumn) characterized by different environmental conditions. Summer (July and August) was characterized by relatively high water temperature, dissolved inorganic nitrogen (DIN), and chl-*a* concentrations and low salinity, whereas late autumn (November and December) exhibited high dissolved inorganic phosphorus, low water temperature and high salinity, compared to those of the summer. Fourteen dinoflagellate cyst taxa were identified. These assemblages were dominated by *Brigantedinium* species (round brown cyst), cysts of *Scrippsiella* species, *Spiniferites* species and cysts of *Alexandrium* species (ellipsoidal cyst). The total flux of dinoflagellate cysts ranged from 781 cysts m^{-2} day^{-1} to 5,602 cysts m^{-2} day^{-1}, and the production of autotrophic dinoflagellate cysts was mainly restricted to the warmest months (July-September) and autumn. Multivariable analysis revealed that the production of major dinoflagellate cysts, excluding those of *Brigantedinium* species, can be enhanced by environmental conditions during summer in Jinhae-Masan Bay. In particular, the increased production of cysts of *Scrippsiella* species was related to increased water temperature, and the increased production production of *Spiniferites* species was associated with lower salinity. Two peaks in cyst production of *Alexandrium* species in August and November corresponded with significant increases in DIN and DIP; however, no significant relationship was found between the production of *Brigantedinium* species and environmental factors in Jinhae-Masan Bay. These results suggest that the cysts of *Scrippsiella* species, *Spiniferites* species and cysts of *Alexandrium* species present in sediment samples from Jinhae-Masan Bay can be used as biological indicators to reconstruct past environmental conditions involving relatively high water temperature, low salinity and enhanced nutrient level.

Keywords: Scrippsiella, Spiniferites, Alexandrium, phytoplankton, summer, Late autumn

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1991年から2017年間で太平洋に蓄積した人為起源CO2
Pacific anthropogenic carbon between 1991 and 2017

*村田 昌彦[1]、Carter B.R.[2,3]、Feely R.A.[3]、Wanninkhof R.[3]、纐纈 慎也[1]、Sonnerup R.E.[2]、Pardo P.C.[4]、Sabine C.L.[5]、Johnson G. C.[3]、Sloyan B.M.[6]、Mecking S.[2]、Tilbrook B.[6]、Speer K.[7]、Talley L.D.[8]、Millero F.J.[9]、Wijffels S.E.[6,10]、Macdonald A.M.[10]、Gruber N.[11]、Bullister J. L.[3]
*Akihiko Murata[1], Carter B.R.[2,3], Feely, R.A. Feely, R.A.[3], Wanninkhof, R. Wanninkhof, R.[3], Shinya Kouketsu[1], Sonnerup R.E.[2], Pardo P.C.[4], Sabine C.L.[5], Johnson G. C.[3], Sloyan B.M.[6], Mecking S.[2], Tilbrook B.[6], Speer K.[7], Talley L.D.[8], Millero F.J.[9], Wijffels S.E.[6,10], Macdonald A.M.[10], Gruber N.[11], Bullister J. L.[3]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. University of Washington、3. NOAA、4. University of Tasmania、5. University of Hawaii Manoa、6. CSIRO、7. The Florida State University、8. University of California、9. University of Miami、10. Woods Hole Oceanographic Institution、11. IBP
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. University of Washington, 3. NOAA, 4. University of Tasmania, 5. University of Hawaii Manoa, 6. CSIRO, 7. The Florida State University, 8. University of California, 9. University of Miami, 10. Woods Hole Oceanographic Institution, 11. IBP

The ocean is storing between a fourth and a third of anthropogenic CO_2 (C_{anth}) emissions. Monitoring the oceanic CO_2 sink is critical to assessing the global carbon budget. We estimate total C_{anth} storage and accumulation rates from 14 Pacific hydrographic sections that have been occupied two to four times over the past decades, with most sections having been recently measured as part of the Global Ocean Hydrographic Investigations Program (GO-SHIP). The C_{anth} sink over the top 1500 m of the Pacific increased from 8.6 (±1.1, 1 σ) Pg of carbon decade^{-1} from 1995 to 2005 to 10.8 (±1.1) PgC decade^{-1} from 2005 to 2015. We estimate 1.2 of this observed 2.2 PgC decade^{-1} increase in the rate of accumulation between decades is attributable to atmospheric anthropogenic CO_2 increases alone, while the remaining increase is consistent with recent literature suggesting there was an increase in the ocean carbon sink during the mid-2000s. Methods that allow for analysis of multiple occupations of sections and comparisons between different sections spaced irregularly in time are introduced. The accuracy of the resulting C_{anth} accumulation reconstructions is limited by the accuracy of the data, suggesting that a continuation of repeat hydrographic surveys with a high emphasis on obtaining multiple independent realizations of the most accurate possible measurements is a critical piece of future carbon cycle monitoring.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太平洋熱帯域における表層CO_2分圧・栄養塩の季節・経年変動
Spatio-temporal variability of surface water pCO2 and nutrients in the tropical Pacific from 1981 to 2015

*安中 さやか[1]、纐纈 慎也[1]、P.G. Strutton[2]、A.J. Sutton[3]、村田 昌彦[1]、中岡 慎一郎[4]、野尻 幸宏[4]
*Sayaka Yasunaka[1], Shinya Kouketsu[1], P.G. Strutton[2], A.J. Sutton[3], Akihiko Murata[1], Shin-ichiro Nakaoka[4], Yukihiro Nojiri[4]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2. University of Tasmania、3. NOAA、4. NIES
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. University of Tasmania, 3. NOAA, 4. NIES

We present a synthesis of surface water partial pressure of CO_2 (pCO_2) and nutrient observations in the tropical Pacific from 1981 to 2015. The e-folding scale for interannual variability of pCO_2 is estimated to be 6˚ in latitude, 13˚ in longitude, and 2 months with a signal-to-noise ratio of 4. When El Niño occurs, pCO_2 along the equator is reduced due to weakening of the easterly wind and reduced upwelling of CO_2 rich subsurface water. The surface seawater pCO_2 trend is positive in all regions with an area average of 1.8 ±0.1 μatm/yr. However, along the equator the trend is > 2 μatm/yr linked to the Pacific Decadal Oscillation forcing. Surface nutrient concentrations in the central to eastern tropics along the equator decreased during El Niño periods, but there are not enough data to characterize the trends of nutrients in the tropical Pacific.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 303 3F

[A-OS16] 海洋化学・生物学

コンビーナ:山田 奈海葉(国立研究開発法人　産業技術総合研究所)、安中 さやか(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、齊藤 宏明(東京大学大気海洋研究所)、座長:小埜 恒夫(水産研究・教育機構)、小杉 如央(気象研究所)

本セッションは、海洋化学・海洋生物学に関する幅広い研究テーマについて、様々な観点から発表・議論・情報交換を?う場とする。観測データ解析・数値モデリング・室内実験など幅広い研究?法からの発表を歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[AOS16-01] 東経165度線における表面海水中の全炭酸濃度の増加速度の変動

*谷﨑 知穂[1]、小野 恒[2]、石井 雅男[2]、小嶋 惇[1]、増田 真次[1]、延与 和敬[1]、笹野 大輔[1]、中野 俊也[1] (1.気象庁、2.気象庁気象研究所)

15:45 ~ 16:00

[AOS16-02] 北太平洋亜寒帯海域におけるCO_2非平衡量と人為起源CO_2の季節的動態

*李 勃豊[1]、宿田 さとり[1]、葛西 広海[2]、黒田 寛[2]、谷内 由貴子[2]、長谷川 大介[3]、渡辺 豊[1] (1.北海道大学、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　北海道区水産研究所、3.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所)

16:00 ~ 16:15

[AOS16-03] pCO_2データベースに基づく沖縄本島周辺の海洋酸性化現状把握と将来予測

*小杉 如央[1]、辻野 博之[1]、石井 雅男[1] (1.気象研究所)

16:15 ~ 16:30

[AOS16-04] 西部北太平洋における人為起源窒素の分布とその変動の復元

*渡辺 豊[1]、藤田 晃市[1]、李 勃豊[1] (1.北海道大学)

16:30 ~ 16:45

[AOS16-05] 親潮域中層における顕著なケイ酸増加トレンドの要因について

*小埜 恒夫[1] (1.国立研究開発法人　水産研究・教育機構)

16:45 ~ 17:00

[AOS16-06] Systematics of aluminum, manganese, iron, cobalt, and lead in the North Pacific Ocean observed during ocean-section study of GEOTRACES Japan

*宗林 由樹[1]、鄭 臨潔[1] (1.京都大学化学研究所)

東経165度線における表面海水中の全炭酸濃度の増加速度の変動
Variability of the growth rate for dissolved inorganic carbon in surface seawater along the 165°E line

*谷﨑 知穂[1]、小野 恒[2]、石井 雅男[2]、小嶋 惇[1]、増田 真次[1]、延与 和敬[1]、笹野 大輔[1]、中野 俊也[1]
*Chiho Tanizaki[1], Hisashi Ono[2], Masao Ishii[2], Atsushi Kojima[1], Shinji Masuda[1], Kazutaka Enyo[1], Daisuke Sasano[1], Toshiya NAKANO[1]

1. 気象庁、2. 気象庁気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

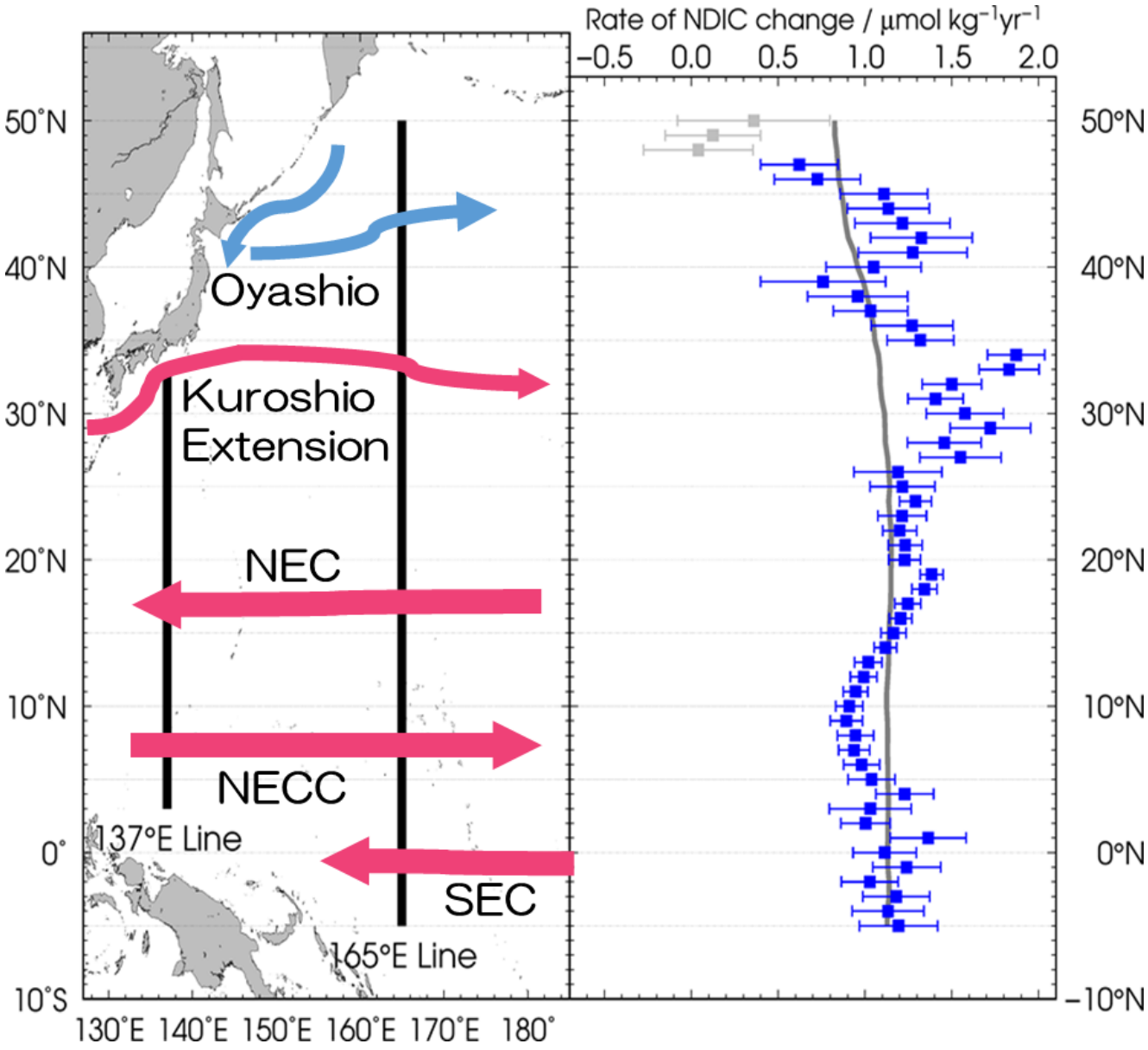
産業活動によって人為的な二酸化炭素の排出量が増加し、大気中の二酸化炭素濃度は工業化（1750年）以前と比べて46%増加している。一方、海洋は人為起源の二酸化炭素の約30%を吸収し、大気中の二酸化炭素の増加を抑制する働きをしている（IPCC,2013）。Midorikawa et al. (2012)は、東経137度線の観測データを用いて、大気中の二酸化炭素が近年加速度的に増加する一方で、表面海水中の二酸化炭素濃度（分圧, pCO_2^{sea}）の増加速度は減少していることを示した。ここで、pCO_2^{sea}は海面水温、塩分、全炭酸（DIC）及びアルカリ度の変化の影響を受けて変動するが、大気中の二酸化炭素を吸収することによって増加する海洋表層のDICの変動を理解することが重要である。本研究では、気象庁の定線時系列観測のひとつである亜寒帯域から赤道域に至る165度定線における海洋表層のDICの変動について解析した。

気象庁の東経165度定線の二酸化炭素観測値及び表面海水二酸化炭素観測データベース（SOCATv6）を用いて、1996年から2017年までの表層海水中のDICの平均増加速度を求めた。DICの増加速度を大気中の二酸化炭素の増加速度と比較すると、赤道域では同程度、北緯10度付近では大気よりも有意に小さく、北緯30度付近で大気と比べて有意に大きいという特徴が見られた。

また、全炭酸濃度の10年平均増加速度の時間変化を調べたところ、赤道域では近年加速傾向が見られる一方で、北緯30度付近では減少傾向が見られることが分かった。

キーワード：東経165度線、全炭酸濃度、増加速度
Keywords: 165°E section, Dissolved Inorganic Carbon, growth rate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北太平洋亜寒帯海域におけるCO_2非平衡量と人為起源CO_2の季節的動態
Seasonal variations of oceanic CO_2 disequilibrium and anthropogenic CO_2 in the subarctic North Pacific

*李 勃豊[1]、宿田 さとり[1]、葛西 広海[2]、黒田 寛[2]、谷内 由貴子[2]、長谷川 大介[3]、渡辺 豊[1]
*Bofeng Li[1], Shukuta Satori[1], Kasai Hiromi[2], Hiroshi Kuroda[2], Taniuchi Yukiko[2], Daisuke Hasegawa[3], Yutaka Watanabe[1]

1. 北海道大学、2. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構　北海道区水産研究所、3. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所
1. Hokkaido University, 2. Hokkaido National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries and Education Research , 3. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries and Education Research

【はじめに】
産業革命以降，現在までに人間活動によって大気中に排出された二酸化炭素(CO_2)は約40%増加し、これに伴い、海洋表層のpHはおおよそ0.1減少した［*IPCC,* 2013］。海洋表層のpHの低下は海洋の緩衝能力を弱めるとともに、炭酸カルシウムの殻をもつ海洋生物などに大きな影響を与える［*Doney et al.,* 2009］。

これまでに、化学トレーサーと炭酸系データ両方に基づくΔC*法を用いて、人為的CO_2量の測定がされてきた[*Gruber et al.,* 1996; *Sabine et al.,* 2004; *Watanabe et al.,* 2013] 。この方法は化学トレーサーと炭酸系物質を広域的に測定しなければならず、船舶を用いての観測が必須となり、広範囲の海域には不向きで、人為的CO_2量を求めるにはCO_2非平衡量（C_{diseq}）が最大の誤差となる。このため、詳細なC_{diseq}の時間変動を求めなければならない。さらに、ΔC*法では400m以深にしか使えない窒素・酸素・炭素化学量論比(*Anderson and Sarmiento,* 1994)を用いて人為起源CO_2 (C_{ant})量が多い400 m以浅を見積もるため、その確度については未だ不明である。

本研究では、水塊が複雑で、北太平洋中層水が形成され、かつ季節による水塊分布の変動も激しく、生物生産が活発な、北太平洋西部海域において、CO_2非平衡量の季節的動態を明らかにする。さらに、C_{ant}の見積りのボトルネックとなっている400 m以浅の化学量論比の妥当性を評価し、CO_2非平衡量の季節的動態と合わせて、C_{ant}のより詳細な時空間分布を明らかにする。

【方法】
本研究では、表層混合層内（MLD）では大気海洋間のCO_2がよく混合されていることを仮定し、C_{diseq} は以下の式から求める [*Li et al.*, 2019]。

$$C_{diseq} = DIC_{MLD} - C_{sat,\,MLD} - C_{soft,\,MLD} - C_{carb,\,MLD} \quad (1)$$

ここで、DIC_{MLD}：現在のMLDのDIC、$C_{sat,\,MLD}$：MLDにおける飽和CO_2量、$C_{soft,\,MLD}$：MLDにおける有機物の再無機化によるDIC量、$C_{carb,\,MLD}$：MLDにおける$CaCO_3$ 溶解由来のDIC量。

$C_{soft,\,MLD}$、$C_{carb,\,MLD}$は、窒素・酸素・炭素の化学量論比から求めるが、従来の方法で400m以深にしか使えない窒素・酸素・炭素化学量論比(*Anderson and Sarmiento,* 1994)を使っており、400m以浅ではその使用の保証はされていない。$C_{soft,\,MLD}$と$C_{carb,\,MLD}$は生物生産と再無機化の影響を補正する項であり、400 m以浅ではその影響は大きい。このため、古典的な生物活動由来の化学量論比であるRedfield比を用いて400m以浅の計算を行い[*Chen and Millero,* 1979]、従来のΔC*法との比較を行った。DICの観測は、2017年10月・2018年1月北海道区水産研究所の北光丸、2018年5月・7月の東北区水産研究所の若鷹丸に乗船し、各クルーズ4地点

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

12層で採水し、224試料を得た。semi-closed法により高精度かつ高確度な炭酸系物質のデータを測定した[*Li et al.*, 2016]。

【結果と考察】

古典的な化学量論比と*Anderson and Sarmiento* (1994)の化学量論比でそれぞれ計算したC_{diseq}の差は5 μmol kg^{-1}以内であり、従来の方法(Sabine et al. 2004)の誤差範囲内であるため、C_{diseq}を計算する際に、*Anderson and Sarmiento* (1994)の化学量論比も使えることがわかった。このため、これを基盤に、北太平洋亜寒帯海域のMLD内のC_{diseq}の変動を評価したところ、１月冬季には −38.29 μmol kg^{-1} から−56.93 μmol kg^{-1}、7月夏季では−9.65 μmol kg^{-1} から1.02 μmol kg^{-1}となり、強い季節変動を見出した。このC_{diseq}をC_{ant}の見積りに適用することで、C_{ant}の強い季節性が明らかとなった。

キーワード：大気海洋CO2の非平衡 、人為起源CO2　、北太平洋亜寒帯海域
Keywords: Air-sea CO2 disequilibrium, Anthropogenic CO2, Subarctic North Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

pCO_2データベースに基づく沖縄本島周辺の海洋酸性化現状把握と将来予測

An evaluation of current and future ocean acidification based on pCO_2 database around Okinawa Island

*小杉 如央[1]、辻野 博之[1]、石井 雅男[1]
*Naohiro Kosugi[1], Hiroyuki Tsujino[1], Masao Ishii[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

【緒言】

海洋酸性化は大気中へ排出された人為起源CO_2が海水に溶け込むことで起こり、気候変動と並ぶもうひとつのCO_2問題とされている。海水にCO_2が溶けるとpHが低下し、化学平衡の移動によって炭酸イオン濃度が低下する。海洋生物の中には炭酸カルシウムを殻や骨格などの硬組織の主成分とするものがいる。炭酸イオンは炭酸カルシウムの原料であるため、これらの生物の成長は海洋酸性化によって阻害されることが懸念される。

熱帯域でサンゴ礁を形成する造礁サンゴは炭酸カルシウムの一種であるアラゴナイトを主成分とした骨格を持つため海洋酸性化に対して脆弱であると考えられている。サンゴ礁は多くの生物にとって産卵・養育・生息の重要な拠点であり、貧栄養の熱帯域における生物多様性を支えている。従って海洋酸性化が及ぼす影響はサンゴ礁のみに留まらず、熱帯域の生態系全般に及ぶ可能性がある。

沖縄周辺には多くのサンゴ礁が存在し、多くの恩恵を当地にもたらしている。その景観は重要な観光資源である上に、サンゴ礁の生物多様性は漁業を支えており、経済への貢献は計り知れない。地理的に見ると沖縄周辺のサンゴ礁は高緯度域に位置しており、冬季の水温低下が大きい。

本研究では海洋表層の二酸化炭素分圧(pCO_2)のデータベースを使い、1980年代から現在に至るまでの沖縄周辺における海洋酸性化の進行を評価する。また、その結果をもとに将来の大気中二酸化炭素濃度変動に対する酸性化を予測する。CO_2排出シナリオを用いた日本全体から全球規模での海洋酸性化予測やサンゴ礁への影響評価は既に行われているが、本研究では沖縄周辺で測定されたpCO_2のデータベース利用することによって当該海域のpCO_2の季節変動をより正確に再現し、より精度の高い将来予測を目指す。

【手法】

Surface Ocean CO_2 Atlas (SOCAT)データベースから、沖縄周辺(北緯24-30度、東経123-130度)の水温(SST)、塩分(SSS)、pCO_2データを抽出した。また、塩分と全アルカリ度（TA）の関係式を作成するために、気象庁が2010-2017年に同海域で行った海洋観測の結果を利用した。この関係式を使用してSOCATの塩分データからTAを推定し、pCO_2や水温と組み合わせてCO2SYSプログラムでアラゴナイト飽和度(Ω_A)、pH、全炭酸濃度を計算した。

【結果】

SOCATデータベースから抽出した1982-2016年のpCO_2は長期的な増加傾向を示した(図a)。また、pCO_2は水温と強く連動しており、冬季に低く夏季に高い亜熱帯域に特徴的な傾向を示した。pCO_2の変動を年々・季節変動と長期変動に分けるため、Ishii et al. [2011]の方法を使用したところ長期変動成分は+1.49±0.26 μatm（平均と95%信頼区間）であり、同期間のハワイ・マウナロアにおけるCO_2濃度から求めた大気中pCO_2の増加速度+1.73±0.04 μatm/年と近くなった。

TAは基本的に塩分と比例関係にあったが、東シナ海の陸棚に近い海域ではこの関係式からずれるものがあった。これは長江の河川水起源のTAの影響とみられる。TAの推定には TA = 2297.1 / 35 * SSSの式を採用したが、6-9月・北緯26度以北・SSS < 34.2の海水にのみ河川水の影響を考慮したTA = 1347 + 897.6 / 34.2 * SSSの式を用いた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

TAとpCO_2から計算したΩ_Aについて、pCO_2と同様の方法で長期変化傾向を求めたところ、-0.0102±0.0018/年の低下傾向を示した。サンゴ礁の生息域は季節的にΩ_Aが3.0を下回らない海域と一致するという報告結果[Kleypas et al., 1999]があるが、現状では沖縄本島付近(冬季のSST>21℃)のΩ_Aは一年を通じて3.0以上に保たれていた(図b)。

【将来予測】

現在の大気海洋間の二酸化炭素分圧差(大気－海洋; ΔpCO_2）が将来にわたり長期的に変化しないと仮定すると、大気中pCO_2予測に沿った海洋のpCO_2やΩ_Aの変動を推定できる。SOCATデータベースから過去のΔpCO_2を平均して月別のΔpCO_2気候値を作成した。2100年までの大気pCO_2は代表濃度経路シナリオ(RCP)に対応する濃度[Meinshausen et al., 2011]から計算した。SST・SSSは北西太平洋海洋長期再解析データセット（FORA-WNP30）の1982-2014年の月別気候値を用いた。

RCP2.6シナリオでは予測期間を通じΩ_Aは3.0以上を保っていた。しかし、RCP8.5シナリオでは2030年頃に沖縄本島北部沿岸で季節的にΩ_Aが3.0未満になり、2060年頃に年間を通じてΩ_Aが3.0未満になるという結果が得られた（図c）。現状のCO_2濃度増加が続いた場合、沖縄周辺のサンゴ礁は近い将来酸性化による深刻な影響を受けるが、排出削減次第ではサンゴ礁にとって適した環境を保つことができる可能性がある。

【図キャプション】

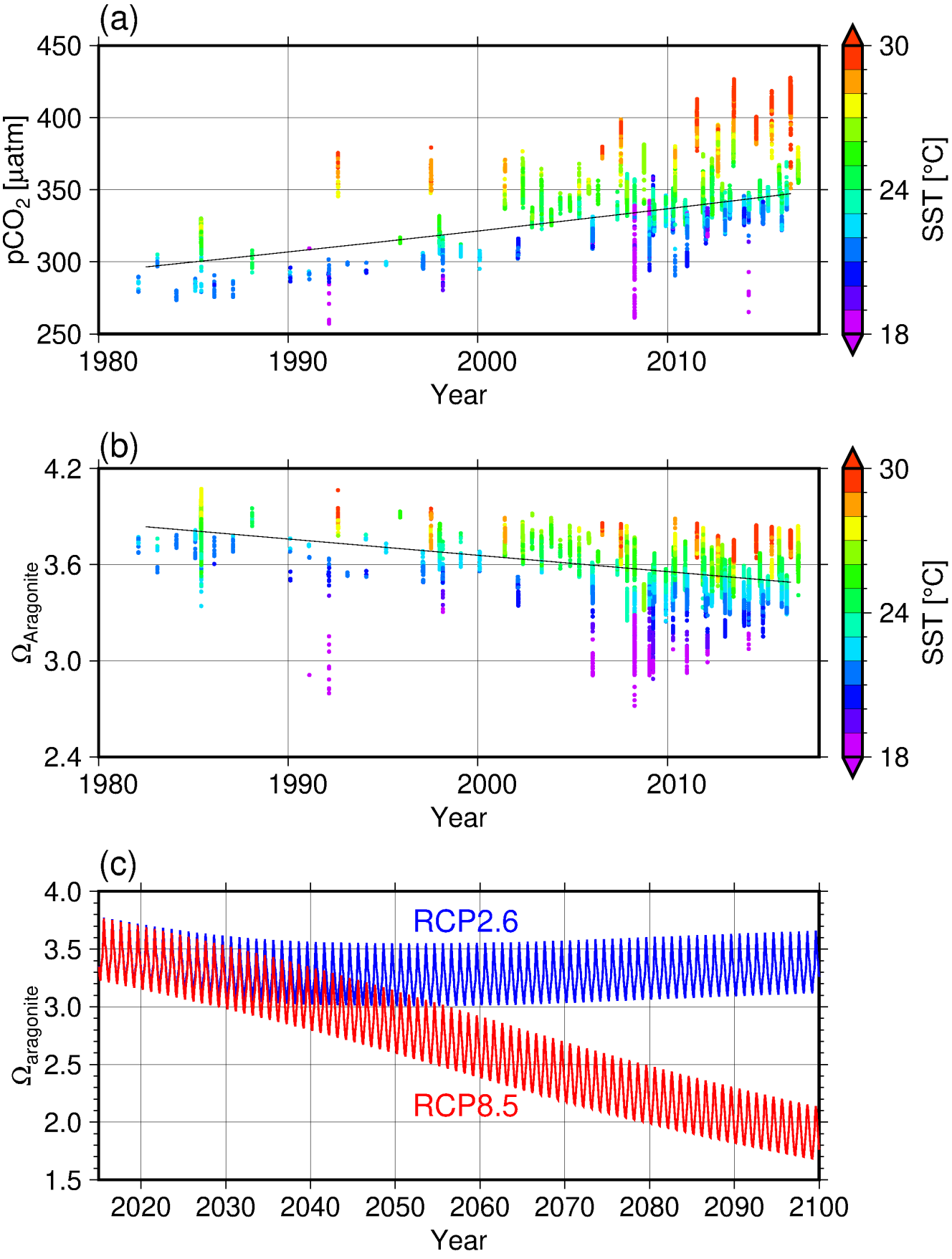
(a) SOCATデータベースによる沖縄周辺の海面pCO_2時系列、点は個別のpCO_2データで色は水温を示す。黒線は水温・塩分の変動を除去した長期変化成分のみの回帰直線。

(b) SOCATデータベースを使って計算した沖縄周辺の海面アラゴナイト飽和度(Ω_A)、色は水温を示す。黒線は水温・塩分の変動を除去した長期変化成分のみの回帰直線。

(c) RCP2.6シナリオとRCP8.5シナリオに基づいた沖縄本島北部沿岸(北緯26.8度、東経128.1度)におけるΩ_Aの予測値(2015-2100年)。

キーワード：海洋酸性化、サンゴ礁、SOCATデータベース、将来予測
Keywords: ocean acidification, coral reef, SOCAT database, Future prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西部北太平洋における人為起源窒素の分布とその変動の復元
Reconstruction of spatiotemporal change of anthropogenic fixed nitrogen in the western North Pacific

*渡辺 豊[1]、藤田 晃市[1]、李 勃豊[1]
*Yutaka Watanabe[1], Kouichi Fujita[1], BOFENG LI[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

【はじめに】

北太平洋では、北東アジアでの急速な人口増加や工業の発展により人為的な窒素が急激に増加している。環境へ放出された窒素は河川や大気を通して海洋へ硝酸(N)としてもたらされ、沿岸域の富栄養化や海洋酸性化の進行に影響を与えている。また、海洋の窒素循環と炭素循環は密接に関係しており、海洋への人為起源窒素(N_{anth})の流入は海洋の窒素循環や海洋への二酸化炭素の取り込みにも大きな影響を与える。

しかし、海洋にもともと存在する窒素とN_{anth}を区別することは難しいため、海洋におけるN_{anth}の動態解明の実現に至る見積り法の確立には未だ至っていない。このため、海洋生物生産への影響の定量的な全貌についてもその時空間的な詳細について明らかにされていない。さらに、Nの観測データ(N_{obs})は時空間的に離散的で乏しい。その理由は、海洋のNの測定がその他の観測成分(水温(T)、塩分(S)、圧力(P)、溶存酸素(DO))に比べて煩雑で時間がかかり、さらに、海洋観測船を用いての観測を基盤とせざるを得ない制約条件のためである。

そこで、本研究では、海洋中のNのパラメタリゼーションを構築することで、その時空間的分布を明らかにし、N_{anth}の動態解明の実現に至る見積り法の開発し、これを基盤に、西部北太平洋におけるN_{anth}の分布とその変動を復元することを目的とした。

【方法】

高精度高確度なデータベース(WOCE、PACIFICA等)より得られた海洋の水理データ群を基盤に、一次重回帰モデルを用いて2000～2013年の西部北太平洋(20˚N～55˚N, 120˚E～160˚E)における深度0m～500mのNのパラメタリゼーション(N_p)の構築を行った。

$$N_p = f(T, \sigma_\theta, DO) = a \cdot T + b \cdot \sigma_\theta + c \cdot DO + d \quad 式(1)$$

さらに、137°E測線に沿ってN_{obs}とN_pとの時系列解析を行い、N_{obs}の変化量(ΔN_{obs})とN_pの変化量(ΔN_p)の差からN_{anth}の増加速度($\Delta N_{anth}/\Delta t$)の見積もりを行った。

【結果と考察】

Nのパラメタリゼーションの構築を行ったところ、実測値と高い相関を持つ以下の式を得た。

$$N_p = -2.24 \cdot T - 4.70 \cdot \sigma_\theta - 0.0970 \cdot DO + 182.2 \ (n = 9164, r^2 = 0.988, RMSE = 1.25) \quad 式(2)$$

この式を基盤に、1980年から2014年までの137˚E測線の亜熱帯海域表層0–150mにおける$\Delta N_{anth}/\Delta t$は有意に増加していることが明らかになった。

キーワード：人為起源窒素、西部北太平洋、パラメタリゼーション

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: anthropogenic fixed nitrogen, western North Pacific, parameterization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

親潮域中層における顕著なケイ酸増加トレンドの要因について
On the mechanism of significant increasing trend of silicate in intermediate layer of Oyashio region

*小埜 恒夫[1]
*Tsuneo Ono[1]

1. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構
1. Fisheries Research and Education Agency

　親潮域の中層では溶存酸素濃度の減少とともに栄養塩濃度の増加が確認されているが、ケイ酸についてはその増加トレンドが他の栄養塩に比べて顕著に大きい事が確認されている（Whitney et al., 2013）。このケイ素の増加トレンドは単純な太平洋域におけるベンチレーションの減少だけでは説明できないほどに大きいが、ケイ素にだけこのような増加が引き起こされる理由については長い間不明のままであった。
　本講演では、近年のオホーツク海における顕著な昇温によって、オホーツク中層域の等密度面が下方に移動することにより、親潮域中層の任意の等密度面にオホーツク海から等密度面混合によって供給されるケイ酸塩濃度が急激に増加する効果を考慮することで、観測されているケイ素の特異的な増加トレンドが説明できる事を示す。

キーワード：長期トレンド、ケイ素、親潮、オホーツク海
Keywords: long-term trend, silicate, Oyashio, Okhotsk Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Systematics of aluminum, manganese, iron, cobalt, and lead in the North Pacific Ocean observed during ocean-section study of GEOTRACES Japan

*宗林 由樹[1]、鄭 臨潔[1]
*Yoshiki Sohrin[1], Linjie Zheng[1]

1. 京都大学化学研究所
1. Institute for Chemical Research, Kyoto University

Trace metals in seawater are critical parameters in oceanography as trace nutrients for organisms, tracers in the modern ocean, and proxies in paleoceanography [1]. The international study programme GEOTRACES based on intercalibrated methods is revealing global distributions and temporal variations of trace metals in the ocean (http://www.geotraces.org). We have developed a method for multielemental determination of Al, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, and Pb in seawater using NOBIS Chelate-PA1 resin [2, 3], and revealed basin-scale and full-depth sectional distributions of the trace metals in the North Pacific during three GEOTRACES Japan cruises of R/V Hakuho Maru: a 160°W section during KH-05-2, a 165°E section (GP18) during KH-11-7, and a 47°N section (GP02) during KH-12-4. The elements showed different speciations and distributions. The fraction of labile particulate (lp) species was calculated as the difference between the total dissolvable (td) species and dissolved (d) species. The lpM/tdM ratio, where M refers to an element, is highest for Al, at 0.66 ±0.31 (average ±sd, *n*= 489), and lowest for Pb, at 0.02 ± 0.08 (*n*= 575). The distribution of each element is uniquely related to ocean circulation. We propose that the enrichment factor of dM, defined as $EF(\mathrm{dM}) = (\mathrm{dM/dAl})_{\mathrm{seawater}}/(\mathrm{M/Al})_{\mathrm{upper\ crust}}$, where $(\mathrm{M/Al})_{\mathrm{upper\ crust}}$ is the molar ratio in upper crustal abundance, can be a good parameter for the sources. As an example, the *EF*(dPb) found in this study is on the same order of magnitude as the *EF* values for aerosols found in the literature, suggesting that the deposition of aerosols is a major source for dPb. The lpFe dominates tdFe and is strongly correlated with lpAl: lpFe = 0.543 lpAl −0.12, r^2= 0.968, *n*= 510. The results also indicate that the dFe concentration corrected for lithogenic contribution improves the linear relationship with phosphate. Thus, we suggest that the mechanism controlling a scavenged element of Al significantly affects the biogeochemistry of Fe. Based on the concurrent observation of these metals, we confirm that the width of the boundary scavenging zone is approximately 500 km off the Aleutian shelf. We estimate an inventory of tdFe in the North Pacific as 1.1×10^{12} mol, and this is approximately four times that of dFe. The results emphasise the potential importance of lpFe in the ocean iron cycle.

1. Y. Sohrin and K. W. Bruland, Trends Anal. Chem., 2011, 30, 1291-1307.
2. Y. Sohrin, S. Urushihara, S. Nakatsuka, T. Kono, E. Higo, T. Minami, K. Norisuye and S. Umetani, Anal. Chem., 2008, 80, 6267-6273.
3. T. Minami, W. Konagaya, L. Zheng, S. Takano, M. Sasaki, R. Murata, Y. Nakaguchi and Y. Sohrin, Anal. Chim. Acta, 2015, 854, 183-190.

キーワード：微量元素、海水、多元素分析、GEOTRACES、北太平洋
Keywords: trace metals, seawater, multielemental determination, GEOTRACES, North Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 301A 3F

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)、座長:杉本 憲彦、古恵 亮

本セッションでは、海洋および大気中に見られる具体的な現象の中から一般原理を抽出し体系化することによって数理モデルを構築し、それを再び具体的な現象の解釈・予測・パラメータ化につなげるという海洋力学・大気力学の意義を再確認する。このような円環的な思考を通じて、風波・波浪・内部重力波・ロスビー波・赤道波・潮汐流・渦・蛇行・大循環・境界層・大気海洋系などについての研究発展の見通しが与えられるとともに、共鳴・非線形相互作用・スペクトル解析・確率統計・力学系などの理論の利用方法が開拓されることを期待する。観測データ・再解析プロダクトの診断手法の開発、生態系モデルや気候・環境問題を含む学際的な研究、力学的に未解明だが興味深い観測・数値実験・データ解析結果の紹介なども歓迎し、新しい発想を生み出す原動力としたい。

9:00 ~ 9:15

[AOS19-01] エクマンパンピング不安定

★招待講演

*宮本 佳明[1]、David Nolan[2]、杉本 憲彦[3] (1.慶應義塾大学　環境情報学部、2.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami、3.慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)

9:15 ~ 9:30

[AOS19-02] 日本付近で発達する温帯低気圧の構造　―日本付近と北西大西洋の比較―

*栃本 英伍[1]、新野 宏[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

9:30 ~ 9:45

[AOS19-03] 新しい波動エネルギーフラックス式の熱帯波動伝播力学の解析への適用：海洋大陸-北オーストラリア域における熱帯総観規模波動擾乱の診断解析

*福富 慶樹[1]、相木 秀則[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

9:45 ~ 10:00

[AOS19-04] 微気象学的手法を用いた外洋域における海面フラックスの直接測定

★招待講演

*近藤 文義[1]、小宮 秀治郎[2]、登尾 浩助[3]、相木 秀則[4]、轡田 邦夫[5]、植松 光夫[6]、塚本 修[7] (1.海上保安大学校、2.マックス・プランク生物地球化学研究所、3.明治大学、4.名古屋大学、5.東海大学、6.東京大学、7.岡山大学)

10:00 ~ 10:15

[AOS19-05] 三陸リアス海岸の地形に固有のうねり性波浪について

*小松 幸生[1,2]、藤井 孝樹[1,2]、田中 潔[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[AOS19-06] **Variabilities of the Sea Surface Height in the Kuril Basin of the Okhotsk Sea: Coherent shelf-trapped mode and Rossby wave-like mode**

*Vigan Mensah[1]、Kay I. Ohshima[1] (1.Institute of Low Temperature Science)

エクマンパンピング不安定
Instability of Ekman pumping

*宮本 佳明[1]、David Nolan[2]、杉本 憲彦[3]
*Yoshiaki Miyamoto[1], Daivd S Nolan[2], Norihiko Sugimoto[3]

1. 慶應義塾大学　環境情報学部、2. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami、3. 慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室
1. Faculty of Environment and Information Studies, Keio University, 2. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, 3. Keio University, Department of Physics

回転する系では地表面付近にエクマン層と呼ばれる地表面摩擦の影響を受けた層が形成される。エクマン層内の質量収束・発散と対応して、その上端・下端では、エクマン層と質量をやり取りする鉛直流（エクマンパンピング速度）が存在する。地球大気で言えば、エクマンパンピング速度は平均流として与えられる自由大気の相対渦度に比例することが一般的に知られている（Holton 2006）。また、この関係により、自由大気中の渦は、効率的に角運動量を輸送して減衰するという性質がある（線形論では擾乱が指数関数的に減衰）。しかしこの関係は、自由大気の流速が遅く一様であるという仮定の下導出されている。そこで本研究では、エクマンパンピング解を一般化するために、この仮定を取り除いた定式化を試みた。すると、ある条件を満たすと擾乱が指数関数的に成長することが示された。つまり、これまで渦を減衰するのみと考えられていたエクマンパンピングが、ある条件を満たすと逆に渦の成長を促す方向に働くことが分かった。その条件とは、自由大気の流速が速く、渦度の空間変動が大きいときである。著者らは、台風の中心外側に形成する第二の目の壁雲（通常は目を取り囲む１つしかない）の発生メカニズムに応用できることを示した。

キーワード：エクマンパンピング
Keywords: Ekman pumping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本付近で発達する温帯低気圧の構造　ー日本付近と北西大西洋の比較ー
Extratropical Cyclone Structures around Japan -Comparison between Extratropical Cyclones Developing around Japan and those in Northwestern Atlantic Ocean-

*栃本 英伍[1]、新野 宏[1]
*Eigo Tochimoto[1], Hiroshi Niino[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

温帯低気圧は、水平スケールが数千キロメートル、時間スケールが数日～１週間程度の気象現象であり、中高緯度大気で発生・発達する。温帯低気圧は、日々の天候に大きな影響を与えるが、時に大雨・集中豪雨や竜巻等の突風を生ずることで気象災害の原因となる。また低気圧活動は、大気ブロッキングなどのより大規模な時空間スケールの変動に大きな影響を与える事が指摘されている(Pfahl et al. 2015)。したがって、温帯低気圧の構造・力学を理解することは重要である。温帯低気圧の構造と時間発展に関する概念モデルは、大きく分けて２つ提案されている。一つは、20世紀初頭にノルウェー学派によって提唱された低気圧モデルで、ノルウェーモデルと呼ばれる。このモデルでは、低気圧の成熟段階において、寒冷前線が温暖前線に追いつき、閉塞前線を形成する。一方、大西洋における1990年代の特別観測や研究プロジェクトを基に提案されたのがシャピロ・カイザーモデル（Shapiro and Keyser 1990）である。このモデルでは、閉塞前線を形成せず、低気圧の後方に向かって伸びる後屈温暖前線を形成する。これらのモデルは北西太平洋なヨーロッパの低気圧の研究を基に提案されたものであり、必ずしも北西太平洋や日本付近の低気圧に当てはまるとは限らない。実際に、北西太平洋の低気圧の構造に関する事例解析では、大西洋の低気圧と比較して寒冷前線が弱いなどの特徴が指摘されている（e.g., Takano 2002；津村・山崎2005）。そこで本研究は、長期再解析データから低気圧および前線を客観的に抽出し、日本付近で発達する低気圧と北西大西洋で発達する低気圧構造の統計的な特徴を比較した。

解析期間は1978年12月～2016年11月の春季(MAM)、秋季（SON）、冬期（DJF）である。使用したデータはJRA-55（Kobayashi et al. 2015）で、水平格子間隔は1.25度、時間間隔は6時間である。温帯低気圧の客観的抽出にはHodges (1994, 1995, 1999)の手法を用いた。ある程度発達する低気圧の特徴を調べるために発達率が0.5 Bergeron (Sanders and Gyakum 1980)以上の低気圧を対象とした。また、北西太平洋で発達する低気圧をPacific Ocean Cyclone (POC), 日本海およびオホーツク海で発達する低気圧をOkhotsk-Japan Sea Cyclone (OJC) とした。低気圧に伴う前線の特徴を調べるために、thermal front parameter (TFP; Hewson 1998)を用いた。本研究ではSchemm et al. (2015) と同様に850hPaの相当温位を採用し、TFP=0の場所が4格子点以上連続していれば前線と定義した。

また、低気圧の構造を調べるために、POC, OJCそれぞれのカテゴリーにおいて、各低気圧の中心を重ね合わせたコンポジット解析を行った。ここで、Key Time (KT)は発達率最大の時刻とし、その前後48時間(KT-48～KT+48)の時間発展を調べた。

低気圧中心を合わせたコンポジット解析を行った結果、OJC、POC、AOC間で前線構造に異なる特徴が見られた。KTにおいて、OJCは寒冷前線の発達が温暖前線よりも活発であり、特にMAMにおいて寒冷前線の発達が顕著であった。一方、POC・AOCは温暖前線・寒冷前線共に発達が顕著である。寒冷前線は冬季に出現頻度が相対的に低くなるが、春季には活発となり、大西洋の低気圧と比較しても出現頻度が高い。Takano (2002)や津村・山崎（2005）の解析した事例は冬季の事例であったため、寒冷前線が不明瞭であったことが示唆される。KTの12時間後、OJCは寒冷前線が低気圧の南東領域に移り、温暖前線の発達は見られない。一

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

方、POC・AOCは活発な温暖前線が維持され、後屈温暖前線の構造を持っていた。AOCとPOCを比較すると、AOCは温暖前線が低気圧中心から、東北東～東方へ伸びる構造を持つのに対し、POCでは東南東～南東へ伸びる構造を持っていた。これらのことから、日本付近の低気圧に伴う前線構造とその時間発展は、発達する領域によって異なることを示している。

　また、前線発達の物理プロセスを前線形成関数により調査した。その結果、AOCでは、より前線の北側でシアー変形項が大きくなっており、後屈前線の発達への寄与を示唆した。また、POCでは、低気圧の東南東領域でシアー変形項がより大きくなっており、より東南東方向への温暖前線の発達を示唆した。

キーワード：温帯低気圧、前線、ジェット気流
Keywords: Extratropical cyclones, Front, Jetstream

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新しい波動エネルギーフラックス式の熱帯波動伝播力学の解析への適用：海洋大陸-北オーストラリア域における熱帯総観規模波動擾乱の診断解析

Application of a new wave energy flux formulation to assessment of tropical wave propagation dynamics: Diagnostics for the tropical synoptic-scale wave disturbances in the Maritime Continent-northern Australian region

*福富 慶樹[1]、相木 秀則[1]
*Fukutomi Yoshiki[1], Hidenori Aiki[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Reasearch, Nagoya University

Aiki et al. (2017) によって導出された新しい波動擾乱エネルギーフラックス式を適用し海洋大陸ー北オーストラリア域を伝播する熱帯総観規模波動擾乱の力学的診断を試みた。この波動エネルギーフラックスベクトルは熱帯や中緯度の様々なタイプの波動擾乱のエネルギー分散現象を評価するのに効果的であると考えられている。この波動エネルギーフラックスは渦動ジオポテンシャルフラックスに対しエーテル渦位ベースの回転流成分を含むフラックス項を付加することで定義されている。この付加的な回転流フラックス項を算定するためエーテル渦位ベースの流線関数と回転風の渦動成分をJRA-55大気再解析データから数値的逆解析手法により計算した。本研究で解析した熱帯総観規模波動は2ー8日程度の周期性と3000ー4000程度の東西波長を持つ(Fukutomi 2018)。この波動はインド洋から西太平洋に延びる平均モンスーン西風域に沿って8m/s で西向きに位相伝播する。また波動のトラフとリッジはこの地域で波列構造を形成している。一方、この波列上でトラフとリッジの東方増幅が群速度現象として発生する。波動エネルギーフラックス解析により、平均モンスーン西風上での波動エネルギー伝播が波列の下流発達を促し、この西風帯は熱帯の導波管としての役割を果たしている様相を示す。加えて、この波動エネルギーフラックスの分布と特徴を、伝統的な波動活動度フラックスのそれらと比較する。この新しいツールの熱帯や中高緯度の波動擾乱へのさらなる適用可能性についても議論する。

キーワード：熱帯波動擾乱、波動エネルギーフラックス、波動エネルギ伝播
Keywords: Tropical wave disturbances, Wave energy flux, Wave enegy dispersion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微気象学的手法を用いた外洋域における海面フラックスの直接測定
Direct measurement of turbulent fluxes at sea-air interface by micrometeorological technique

*近藤 文義[1]、小宮 秀治郎[2]、登尾 浩助[3]、相木 秀則[4]、轡田 邦夫[5]、植松 光夫[6]、塚本 修[7]
*Fumiyoshi Kondo[1], Shujiro Komiya[2], Kosuke Noborio[3], Hidenori Aiki[4], Kunio Kutsuwada[5], Mitsuo Uematsu[6], Osamu Tsukamoto[7]

1. 海上保安大学校、2. マックス・フ゜ランク生物地球化学研究所、3. 明治大学、4. 名古屋大学、5. 東海大学、6. 東京大学、7. 岡山大学
1. Japan Coast Guard Academy, 2. Max Planck Institute for Biogeochemistry, 3. Meiji University, 4. Nagoya University , 5. Tokai University, 6. The University of Tokyo, 7. Okayama University

Accurate parameterizations of sea–air momentum, sensible and latent heats, trace gases (e.g. greenhouse gases including CO_2 and CH_4), and aerosol fluxes are important in sea–air interaction. Coupled ocean–atmosphere global climate models require high accuracy of the net surface heat flux for the prediction of climate change, and process–based understanding of particle formation from bubble bursting to realistically predict the climate effect of marine aerosols. Precise measurements of the CO_2 gas transfer across the air–sea interface provide a better understanding of the global carbon cycle. The eddy covariance technique is the definitive method to directly determine these sea–air fluxes, but it requires measurements of the vertical and downwind components of air velocity, air temperature, humidity, trace gases, and aerosol over a sufficiently long averaging period (> 30 min) and with sufficient frequency response (< 10 Hz). One of the greatest difficulties in measuring sea–air flux by the eddy covariance technique over the open ocean is the apparent wind velocity caused by the wave–induced platform motion. As a result, the uncorrected eddy covariance results are all strongly biased, and especially represent unrealistic momentum fluxes. Improved ship motion correction scheme with Kalman filter results in a significant reduction in both the bias and the scatter of momentum fluxes. Previous studies over the oceans have shown that the eddy covariance CO_2 flux was larger than the bulk CO_2 flux estimated by the mass balance technique. Our results suggest that the density correction due to the air pressure fluctuation, which is assumed to be negligible in the WPL correction, is required to evaluate the accurate eddy covariance CO_2 flux over the ocean.

キーワード：海面フラックス、大気海洋相互作用、渦相関法
Keywords: air-sea flux, air-sea interaction, eddy covariance technique

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三陸リアス海岸の地形に固有のうねり性波浪について
Swell-Dominant Surface Waves Inherent in the Shape of the Rias Coast facing the western North Pacific

*小松 幸生[1,2]、藤井 孝樹[1,2]、田中 潔[2]
*Kosei Komatsu[1,2], Takaki Fujii[1,2], Kiyoshi Tanaka[2]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Real-time monitoring of wind and surface waves in Otsuchi Bay, a ria located in the northeastern portion of Japan, had been continued over four years since October 2012, using a mooring buoy with an ultrasonic anemometer and a single-mode GPS wave sensor. The monitoring revealed that waves in the bay were dominated by swells propagated from the northeastern offshore region in all seasons. Time-lag correlation coefficient between the significant wave height in the bay and the offshore wind velocity component blowing in the direction to the bay was maximized in the region approximately 300 km northeast of the bay, from which waves developed by the local wind are accessible within the corresponding time-lag to the bay at a speed of the group velocity of the swell observed in the bay. As an interesting feature common to swell-dominant waves observed in the rias bays adjacent to Otsuchi Bay, the region of the significant correlation between the wave height and the offshore wind velocity extends to the direction that faces the bay mouth. It implies that the source region of the swell depends heavily on the coastal shape of the bay. Consequently, the relation between the offshore wind field and the decay-rate of the swells propagating to Otsuchi Bay indicates that the source region of the swell influential in the bay is located in the offshore region several hundreds of kilometers northeast of the bay, which is on the typical migration route of high and low pressures in the Northern temperate zone.

キーワード：うねり、海面波、リアス海岸、沖合海上風、海岸地形
Keywords: swell, surface wave, rias coast, offshore surface wind, coastal shape

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Variabilities of the Sea Surface Height in the Kuril Basin of the Okhotsk Sea: Coherent shelf-trapped mode and Rossby wave-like mode

*Vigan Mensah[1], Kay I. Ohshima[1]

1. Institute of Low Temperature Science

Time series analysis of Sea Surface Height anomaly (SSHa) is conducted in the Kuril Basin of the Sea of Okhotsk. The mapping methodology of the satellite-derived SSHa data is optimized to mitigate the effects of sea ice on the SSHa field during winter and the early spring. In particular, we found that conducting an objective mapping of along-track SSHa data with correlation length and time scales adapted to the Kuril Basin considerably reduces the number of missing data days in this region. A Complex Empirical Orthogonal Functions (CEOF) is then used to analyze the SSHa field, and the first 3 modes, representing 54 % of the total variability are delineated here. The focus is brought on the first and third modes. The first mode mainly represents the coherent variability trapped over the shelves all along the coast and Kuril Islands. Both seasonal (high over the shelves in winter) and interannual variations are strongly correlated with the alongshore wind stress. These variations can be well explained by the arrested topographic waves. The third mode is a propagating mode, with trains of southwestward propagating anomalies. Their characteristics are consistent with those of westward propagating Rossby waves, whose energy propagates from the Kuril Straits towards the Kuril Basin.

Keywords: Okhotsk Sea, SSHa, Circulation, Interannual variability, Dynamics, Rossby Waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 301A 3F

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)、座長:久木 幸治(琉球大学理学部)、相木 秀則

本セッションでは、海洋および大気中に見られる具体的な現象の中から一般原理を抽出し体系化することによって数理モデルを構築し、それを再び具体的な現象の解釈・予測・パラメータ化につなげるという海洋力学・大気力学の意義を再確認する。このような円環的な思考を通じて、風波・波浪・内部重力波・ロスビー波・赤道波・潮汐流・渦・蛇行・大循環・境界層・大気海洋系などについての研究発展の見通しが与えられるとともに、共鳴・非線形相互作用・スペクトル解析・確率統計・力学系などの理論の利用方法が開拓されることを期待する。観測データ・再解析プロダクトの診断手法の開発、生態系モデルや気候・環境問題を含む学際的な研究、力学的に未解明だが興味深い観測・数値実験・データ解析結果の紹介なども歓迎し、新しい発想を生み出す原動力としたい。

10:45 ~ 11:00

[AOS19-07] サハリン島西岸の深い海谷における宗谷暖流冷水帯起源水の海水交換過程

★招待講演

*三寺 史夫[1]、飯田 博之[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学環境科学院)

11:00 ~ 11:15

[AOS19-08] 赤道太平洋における熱帯不安定波の発生機構

*田中 祐希[1]、日比谷 紀之[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

11:15 ~ 11:30

[AOS19-09] インド洋上層 2000 m における一年周期のロスビー波

*名倉 元樹[1] (1.(独) 海洋研究開発機構)

11:30 ~ 11:45

[AOS19-10] アルゴフロートで観測される渦

★招待講演

*勝又 勝郎[1] (1.海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[AOS19-11] 非線形系特有のリズム現象と海洋大循環

*下川 信也[1]、松浦 知徳[2] (1.防災科学技術研究所、2.富山大学)

12:00 ~ 12:15

[AOS19-12] 海底地形による海洋大循環の制御と中規模擾乱の発生

*加瀬 有理[1]、松浦 知徳[1] (1.国立大学法人 富山大学)

サハリン島西岸の深い海谷における宗谷暖流冷水帯起源水の海水交換過程
Dynamics of water exchange processes at a deep submarine canyon off the western coast of the Sakhaline which causes the origin of the cold water belt along the Soya Warm Current

*三寺 史夫[1]、飯田 博之[2]
*Humio Mitsudera[1], Hiroyuki Iida[2]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. 北海道大学環境科学院
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. Graduate School of Environmental Science

宗谷暖流の特徴的な現象として、サハリン島南西端付近から始まり、宗谷暖流沖合の表層にかけて存在する帯状の低温域(冷水帯)がある。Kuma *et al.*(2016)や飯田ら(2018)は冷水帯の直接観測を行い、冷水帯が低温高塩で特徴づけられる水塊(水温7℃、塩分34.0付近)で構成されており、この水塊は日本海外洋の水温躍層下部に起源を持つと指摘した。このため冷水帯が生じるには、外洋の低温高塩水が大陸棚へと湧昇し、岸近傍へと輸送される必要がある。そこで本研究は、サハリン島西岸における外洋と大陸棚間での海水交換のメカニズムを明らかにすることを目的とした。

本研究ではまず、海洋大循環モデル(1/30° OFES)の出力を用い、冷水帯を構成する水塊の起源を追跡した。解析の結果、サハリン島西岸の都市であるKholmsk沖合いで、サハリン島北西の大陸斜面上に起源を持つ水塊が、急峻な海谷において等深線を急激に横切り、陸棚斜面上へと流入していることを見出した。さらに、この流入プロセスは順圧の力学で説明できる可能性も示唆された。しかしながら、大陸斜面と大陸棚の間には渦位の大きな勾配（渦位障壁）があるため、順圧流が等深線を横切ることは容易ではない。そこで、Princeton Ocean Model (POM)を用いた順圧数値実験(現実地形)を行ったところOFESで得られた海水交換とよく一致した結果が得られ、この海水交換は順圧の力学で説明できることが示された。海峡通過流は、陸棚波長波によって励起されることが知られている(Ohshima, 1994)。そのため、Kholmsk沖の海水交換は陸棚波の力学で説明される必要がある。POMを用い海底地形を理想化した順圧数値実験を行った結果、Kholmsk沖に存在する海谷地形によって陸棚波は散乱され、大陸斜面上に流量ピークを持つ第2、第3モードの陸棚波が励起されていること、そして、この大陸斜面上の流れが陸棚上へと流入することで、海水交換が生じることが分かった。次に、陸棚波の散乱が生じている海谷地形周辺の流れ場を解析したところ、非線形性が重要であることが明らかとなった。具体的には、1)大陸斜面の低渦位水を大陸棚上に移流することによって渦位障壁を解消し、導波管を形成する効果、2) 第1~3モードの陸棚波が励起した背景流によって高次モード(第4モード以上)陸棚波の伝搬が抑制され、斜面上に定常流（非線形定常流）を形成する効果、である。この非線形定常流によって陸棚上には大陸斜面から定常的に低渦位水が供給されることから、2）の効果は導波管の維持にも重要な役割を持つものと考えられる。以上のように、大陸斜面上の非線形定常流が海谷において大陸棚上へと湧昇し、最終的に冷水帯を構成することが分かった。

最後に、数値実験から予想されるKholmsk沖での海水交換が、現実の海洋において存在するかを検証した。検証に用いたデータは日本海洋データセンターに登録されている水温・塩分の観測データで、解析期間は1960~1986年の夏季(7~10月)である。観測データを解析した結果、外洋からの海水流入が予想されるKholms近傍の観測点でのみ、海水交換の証拠となる海水湧昇が生じている様子が確認された。

キーワード：陸棚端を挟んだ海水交換、陸棚波、海谷、宗谷暖流冷水帯
Keywords: water exchange across the shelf break, continental shelf wave, submarine canyon, cold water belt along the Soya Warm Current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

赤道太平洋における熱帯不安定波の発生機構
Generation Mechanism of Tropical Instability Waves in the Equatorial Pacific Ocean

*田中 祐希[1]、日比谷 紀之[1]
*Yuki Tanaka[1], Toshiyuki Hibiya[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo

Tropical instability waves (TIWs) are prominent features observed in the eastern to central equatorial Pacific, which typically have a wavelength of ~1000 km and a period of ~25 days, propagating westward at a speed of ~0.5 m/s. Although TIWs are thought to be generated by meridional shear between the westward-flowing South Equatorial Current (SEC) and the eastward-flowing North Equatorial Countercurrent (NECC), the decisive parameter responsible for the occurrence of the instability has not yet been fully understood. Because the meridional and vertical momentum and heat transfer by TIWs are essential to drive the equatorial ocean circulation and affect the air-sea interactions related to the global climate, a better understanding of the generation mechanism of the TIWs is prerequisite for improving models' capability to predict climate variations.

In this study, we show that a linear stability analysis using a 1.5-layer shallow water model with a zonal mean flow on the equatorial beta plane can successfully predict an unstable mode whose phase speed and meridional structure are both very similar to those of the TIWs simulated in an eddy-resolving ocean general circulation model (OGCM), although the wavelength and the growth rate are somewhat larger and smaller, respectively. This unstable mode can be interpreted as resulting from a coupling between a Rossby wave propagating eastward in the negative potential vorticity (PV) gradient just north of the equator (~1°–3.5°N) while advected westward by the SEC, and a Rossby wave propagating westward in the positive PV gradient further north (~3.5°–8°N) while weakly advected eastward by the NECC. The unstable mode tends to have smaller growth rate as the negative PV gradient becomes weaker, and even disappears when it is completely absent.

The negative PV gradient just north of the equator thus plays an essential role in forming the unstable mode. Actually, the seasonal and interannual variability of the TIWs simulated in the OGCM is shown to be significantly controlled by the strength of the negative PV gradient, suggesting the possibility that it can serve as a key parameter for a dynamically based parameterization of the heat and momentum transfer associated with TIWs in coarse-resolution OGCMs.

キーワード：熱帯不安定波、赤道太平洋、渦位勾配、ロスビー波、1.5層浅水モデル、線形安定性解析
Keywords: Tropical Instability Wave, Equatorial Pacific Ocean, Potential Vorticity Gradient, Rossby Wave, 1.5-Layer Shallow Water Model, Linear Stability Analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インド洋上層 2000 m における一年周期のロスビー波
Annual Rossby waves below the pycnocline in the Indian Ocean

*名倉 元樹[1]
*Motoki Nagura[1]

1. (独) 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

インド洋の現場観測は長らく散発的な船舶観測に依存しており、海盆規模の循環場や変動を観測だけから調べるのは困難であった。このような状況は2004年から始まったアルゴフロートの展開によって劇的に改善され、現在では海面から深度2000 mまでの水温塩分の鉛直プロファイルが高密度で取得されている。本研究ではこの水温塩分観測値、および深度1000 mにおけるアルゴフロートの漂流速度を用い、インド洋密度躍層下の圧力と水平流の一年周期変動を調べた。一年周期変動はアラビア海と南インド洋の10°Sから20°Sにかけて有意な振幅を示した。調和関数の位相に直線を回帰して鉛直波数を見積もったところ、南北両半球共に赤道付近から極に向かって鉛直波数が減少しており、鉛直波長は5°N/Sから20°N/Sにかけて5000 mから16 000 mに増加することがわかった。一方、コリオリ係数 f の絶対値は極方向に増加し、鉛直波数 m の極方向の減少と相殺するため、変形半径の逆数の自乗(f^2m^2/N^2)は緯度に関する依存性を示さなかった (解析領域におけるブラントバイサラ振動数 N の緯度方向の変化は小さい)。静止場における線形準地衡ロスビー波の分散関係式に依拠すると、鉛直波数と変形半径が上記のような南北分布を持つ場合、経度・深さ断面におけるエネルギーの伝播曲線(ray trajectory)の角度は緯度が高くなるにつれ大きくなることが予想される。現場観測から計算した1年周期変動のエネルギー分布はこのような予想と整合的であった。観測から見積もった変動の等位相線の傾きも緯度が高くなるにつれ大きくなっており、これも分散関係式と鉛直波数の南北分布から得られる予想と整合する。これらの結果は、一年周期変動のエネルギーは緯度が高くなるにつれてより深くまで到達することを示している。

キーワード：インド洋、中層、線形準地衡ロスビー波
Keywords: Indian Ocean, mid-depth, Linear, quasi-geostrophic Rossby waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アルゴフロートで観測される渦
Eddies observed by Argo floats

*勝又 勝郎[1]
*Katsuro Katsumata[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC

海洋循環、特に子午面循環において渦は重要な役割を果たす。しかしその限られた水平スケールのために総観規模での（同時）観測は困難であり、もっぱらその役割は数値シミュレーションで定量化されてきた。海洋物理学観測に革命をもたらしたアルゴフロートは渦観測でもその役割を十二分に発揮する（とはいっても現状では深さが限られてしまうのだが）。

海洋循環論でもっとも自然な Temporal Residual Mean の考え方を用いて、海洋上層 1000 dbar 以浅の渦輸送をアルゴフロートによって観測された温度・塩分・停留深度における流速から計算した。渦輸送は西岸境界流や南大洋で強い。中緯度では渦はもっぱら 1000 dbar の等密度線を横切る向きで赤道向き。南大洋とくに環海流南部では極向きで 10 Sv 以上の大きな値を示す。

南大洋に着目すると渦による東西運動量の鉛直輸送や近年注目される環海流の風に対する反応の海底地形への局所化などが議論できる。

キーワード：渦、南大洋
Keywords: Eddy, Southern Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

非線形系特有のリズム現象と海洋大循環
Rhythmic Phenomena in Nonlinear Systems and Oceanic General Circulation

*下川 信也[1]、松浦 知徳[2]
*Shinya Shimokawa[1], Tomonori Matsuura[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 富山大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. University of Toyama

Various oscillation phenomena such as transition between meander and non- meander paths of western boundary current such as the Kuroshio exist in the oceanic general circulation. These phenomena can be related to nonlinear rhythmic phenomena such as synchronization, stochastic resonance and stochastic synchronization. Synchronization 1) is a phenomenon for an adjustment of rhythms of two or more self-sustained oscillating systems, which have different periods. Stochastic resonance 2) is a phenomenon in which a kind of noise amplifies and elicits weak signals under detection thresholds. Both phenomena are observed in various nonlinear systems such as climate system, living system, and electric circuits. Also, the coupling of both phenomena was found and is called stochastic synchronization 3).

Thus, we investigate the responses of oceanic double-gyre to external wind forcing with and without noise using a 1.5 layer quasi-geostrophic model, and considered the possible role of nonlinear rhythmic phenomena in oceanic general circulation 4)-7). The variable parameter is the amplitude of external seasonal forcing, α, the amplitude of red noise, ε, and the Reynolds number, Re.

Synchronization at two times the period of the forcing occurs at a parameter range of α and Re without noise (ε =0). For cases with adequate (not too weak and not too strong) noise, potential signals in the system appear at the front as actual signals (i.e., stochastic resonance) such as intermittent large variations in energy. Also, by adding red noise to external forcing, synchronization (i.e., stochastic synchronization) occurs when the amplitude of external forcing is smaller than that in the case without noise. These results suggest that potential signals in the system are amplified and appear as stochastic resonance or synchronization in relation to the added noise.

References:

1) Kuramoto, Y., “Chemical Oscillations, Waves, and Turbulence”, (Springer, 1984), p.156.

2) Benzi, R., A. Sutera and A. Vulpiani, “The Mechanism of Stochastic Resonance”, J. Phys., Vol.14A (1981), pp.L453-L457.

3) Fukuda, H., H. Nagano, and S. Kai, “Stochastic Synchronization in Two-Dimensional Coupled Lattice Oscillators in the Belousov–Zhabotinsky Reaction”, J. Phys. Soc. Jpn., Vol.72 (2003), pp.487-490.

4) Shimokawa, S. and T. Matsuura, “Chaotic Behaviors in the Response of Q-G Oceanic Double-Gyre to Seasonal External Forcing”, J. Phys. Oceanogr., Vol.40 (2010), pp.1458-1472.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

5) Shimokawa, S., K. Shiratori, and T. Matsuura, “Responses of Oceanic Double-Gyre to External Wind Forcing with Noise”, Theor. Appl. Mech. Jpn., Vol.62 (2014), pp.49-57.

6) Shimokawa, S. and T. Matsuura, “Stochastic Synchronization in an Oceanic Double Gyre”, Theor. Appl. Mech. Jpn., Vol.63 (2015), pp.99-107.

7) Shimokawa, S and T. Matsuura, “Chaos excitation and stochastic synchronization in an oceanic double gyre”, Theor. Appl. Mech. Jpn., Vol. 64 (2018), pp. 15-22.

キーワード：海洋大循環、非線形系、同期、確率共鳴、確率同期
Keywords: Oceanic general circulation, Nonlinear systems, Synchronization, Stochastic resonance, Stochastic synchronization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底地形による海洋大循環の制御と中規模擾乱の発生
Control of the ocean circulation by bottom topography and generation of mesoscale disturbances

*加瀬 有理[1]、松浦 知徳[1]
*Yuri Kase[1], Tomonori Matsuura[1]

1. 国立大学法人 富山大学
1. National university corporation University of Toyama

北太平洋における代表的な海流には黒潮がある．北太平洋亜熱帯循環の西縁にあたる黒潮は西岸強化流であり，千葉県銚子沖で離岸すると，東向きの黒潮続流となる．約160°Eでは南北に伸びるシャツキー海台と出会い，この地形周辺では流れ-地形相互作用による流路の変動や中規模擾乱の発生が見られる．本研究では，北太平洋域を意識したモデリングによって，回転成層場における流れ-地形相互作用による中規模擾乱（中規模渦や傾圧不安定波）の発生に関し，地球流体力学現象の観点からそれらのメカニズムを探る．

今回は，海底地形の存在による主流の変動やそれに伴う中規模擾乱の発生を調べるための3層準地衡流渦位方程式に基づく渦解像QGモデル（Hogg et al.,2010）を用い，海底地形を変えた4ケースのシミュレーションを行った．ケース1には地形を与えず，ケース2には円錐型の地形（円形海山；以下corn），ケース3には半円筒型の地形（南北海嶺；以下kamaboko），ケース4にはその両方の地形（円形海山＋南北海嶺）を与えた．各ケースに共通して，北太平洋域に対応するダブルジャイヤの海域（東西10,000 km，南北5,000 km）に，現実を模擬した東西風応力を与え，数値シミュレーションを行った．得られた結果（瞬間の圧力等）からは，平均場（時間平均）に見られる流れ（平均流）と長寿命の渦（定在的な渦）を差し引き，擾乱場（瞬間）にしか見られない短寿命の乱れ（中規模擾乱）を分離して解析した．更に，中規模擾乱の量の時系列変動に関しては，東西強流域と地形周辺の2種類の領域に絞って調べた．

用いる物理量は圧力 p_i (i=1,2,3)，渦位 q_i (i=1,2,3) とし，まず，1層目の圧力 p_1 から平均場を見る．図1には，圧力 p_1 の10年平均値 $\overline{p_1}(10)$ の空間パターンを描画している．各ケースの強流域は，西岸や中間緯度付近に見られ，地形を与えていないケース1では最も顕著なダブルジャイヤとそのフロントの東西強流域が見られる．今回は北太平洋域に対応する風応力を与えており，このダブルジャイヤは北太平洋亜熱帯循環・亜寒帯循環に，フロントの強流は黒潮続流に対応させている．一方，地形を与えたケース2～4では，地形によって中間緯度付近の強流が遮られたり蛇行させられたりしており，地形の上部には高気圧性の定在的な渦が存在する．特に地形後方の蛇行流に注目して，ケース3とケース4を比較すると，kamabokoにcornが付加されることで，kamabokoの背後に2波長の流れが強化されていることが分かる（図1のケース4）．

次に，1層目の渦位から中規模擾乱の空間パターンを見る．瞬間の渦位 q_1 の偏差（ただし，時間平均値としては1年平均値 $\overline{q_1}(1)$ を採用）としての渦位の擾乱 q_1' について，中規模擾乱の発達している所とそうでない所の差を明瞭にするため，10年平均を取った．その際，正負による打ち消しを防ぐために2乗をしている．図2には，上述した渦位の擾乱の2乗の10年平均値 $\overline{(q_1')^2}(10)$ の空間パターンを可視化したが，数値が高いほど，強くて細かい中規模擾乱が発達していることを示している．各ケースの中規模擾乱の発達箇所は西岸の強流域や地形周辺であり，図1（1層目の圧力 p_1 の10年平均値 $\overline{p_1}(10)$ ）に見られる強流域と対応している．また，ケース3とケース4を比較すると，kamabokoにcornが付加されることで，kamabokoの背後に2波長の流れが強化されていたが（図1のケース4），それに伴って $\overline{(q_1')^2}(10)$ が強まっている（図2のケース4）．これらより，地形の影響で流れが乱され，層間の界面高度の変化が増して位置エネルギーが大きくなる，すなわち，傾圧不安定が強化されている可能性が示唆された．そして，大きくなった位置エネルギーは運動エネルギーとして解放され（傾圧不安定の解消），中規模擾乱が発達するというメカニズムを考えた．この地形によ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

る流れの変化の仕方や傾圧不安定の強化の程度は，地形の形状や配置，組み合わせで変わり，海底地形が中規模擾乱の発生に重要な役割を果たしていることが分かった．

今後の発展として，北太平洋域の伊豆海嶺やシャツキー海台（タム山塊）を模した海底地形としてのkamaboko，cornの位置（緯度・経度）や高さを変えてモデリングすることで，より現実の現象へのシミュレーション結果の適用の妥当性が示されると考えている．

キーワード：中規模擾乱、海底地形、西岸強化流、黒潮、黒潮続流
Keywords: mesoscale disturbance, bottom topography, western boundary current, Kuroshio, Kuroshio extension

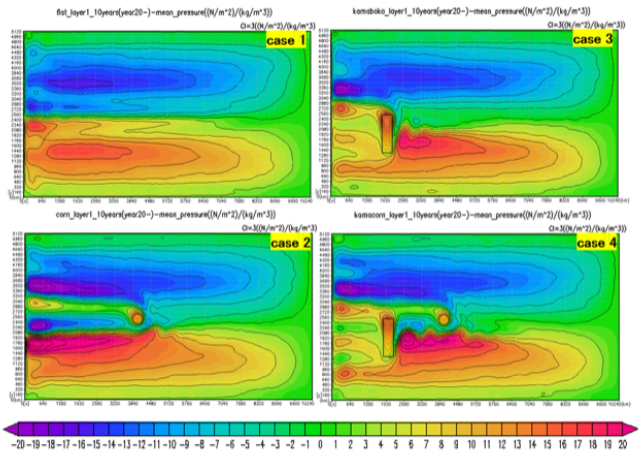


Figure 1: the four cases' spatial patterns of the 10 years mean values of the pressure in layer 1 ($\overline{p_1}(10)$) (superimposed the horizontal section of the bottom topography in each case)

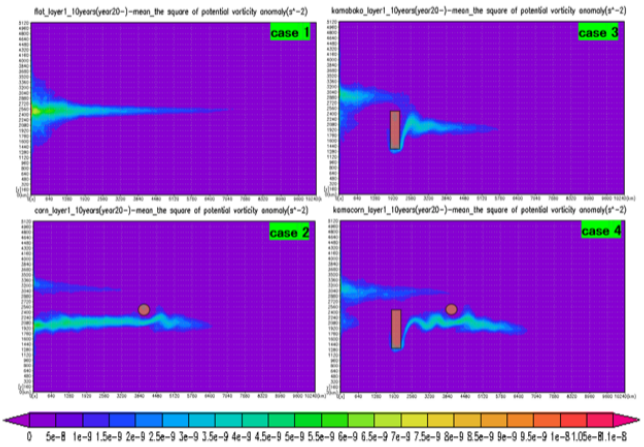


Figure 2: the four cases' spatial patterns of the 10 years mean values of the squared disturbances of the potential vorticity in layer 1 ($\overline{(q_1')^2}(10)$) (superimposed the horizontal section of the bottom topography in each case)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)

本セッションでは、海洋および大気中に見られる具体的な現象の中から一般原理を抽出し体系化することによって数理モデルを構築し、それを再び具体的な現象の解釈・予測・パラメータ化につなげるという海洋力学・大気力学の意義を再確認する。このような円環的な思考を通じて、風波・波浪・内部重力波・ロスビー波・赤道波・潮汐流・渦・蛇行・大循環・境界層・大気海洋系などについての研究発展の見通しが与えられるとともに、共鳴・非線形相互作用・スペクトル解析・確率統計・力学系などの理論の利用方法が開拓されることを期待する。観測データ・再解析プロダクトの診断手法の開発、生態系モデルや気候・環境問題を含む学際的な研究、力学的に未解明だが興味深い観測・数値実験・データ解析結果の紹介なども歓迎し、新しい発想を生み出す原動力としたい。

[AOS19-P01] 金星AFESによる大気スーパーローテーションの発生

*杉本 憲彦[1]、高木 征弘[2]、松田 佳久[3] (1.慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室、2.京都産業大学　理学部、3.東京学芸大学　自然科学系)

[AOS19-P02] 金星の衛星間電波掩蔽観測を意識したデータ同化による研究

*阿部 未来[1]、杉本 憲彦[1]、菊池 由佳子[2]、細野 朝子[3]、安藤 紘基[4]、高木 征弘[4]、Itziar Garate Lopez[5]、Sebastien Lebonnois[6]、Chi Ao[7] (1.慶應義塾大学、2.横浜雙葉学園、3.豊島岡女子学園、4.京都産業大学、5.バスク大学、6.ソルボンヌ大学、7.ジェット推進研究所)

[AOS19-P03] 太陽風と大気循環との関係

*Prikryl Paul[1] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、カナダ天然資源地磁気研究所)

[AOS19-P04] 2010年夏のロシアブロッキングにおける大西洋ストームトラックの寄与

*山崎 哲[1] (1.海洋研究開発機構 アプリケーションラボ)

[AOS19-P05] エクマン層の不安定と台風境界層のロール渦

*伊藤 純至[1]、新野 宏[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P06] Mathematical description of the internal waves in a proximity of the bottom of the Ocean.

*andrei giniatoulline[1]、german tobar[1] (1.Department of Mathematics, Los Andes University, Bogota, Colombia, South America)

[AOS19-P07] How deterministic are the deep zonal jets?

*Ryo Furue[1]、Masami Nonaka[1]、Hideharu Sasaki[1] (1.APL/JAMSTEC)

[AOS19-P08] 潮汐混合によるインドネシア通過流への影響

*城山 航基[1]、木田 新一郎[2]、佐々木 英治[3]、古恵 亮[3] (1.九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学　応用力学研究所、3.海洋研究開発機構)

[AOS19-P09] 異なるデータ(NCEP/NCAR及びQSCAT)から得られたOFESの結果の南太平洋における再現性の検証

*福永 広重[1]、轡田 邦夫[1]、垣内 陽[1]、柳田 悠馬[1]、佐々木 英治[2]、笹井 義一[2] (1.東海大学、2.海洋研究開発機構)

[AOS19-P10] 海洋波浪データの漂流ブイ,係留式GPSブイ,再解析データの相互比較

*久木 幸治[1] (1.琉球大学)

[AOS19-P11] 黒潮続流周辺海域における渦の併合, 分離について

*松橋 孝太朗[1]、植原 量行[1] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻)

[AOS19-P12] OGCMと粒子追跡法を用いた137E測線に到達する水塊における中規模渦に捕捉された輸送の影響の評価

★招待講演

*中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]、松村 義正[2] (1.気象研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P13] 簡易気候モデルを用いた氷期気候における海洋深層循環の変動に関する研究

*安藤 大悟[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

金星AFESによる大気スーパーローテーションの発生
Atmospheric super rotation developed in a GCM (AFES-Venus)

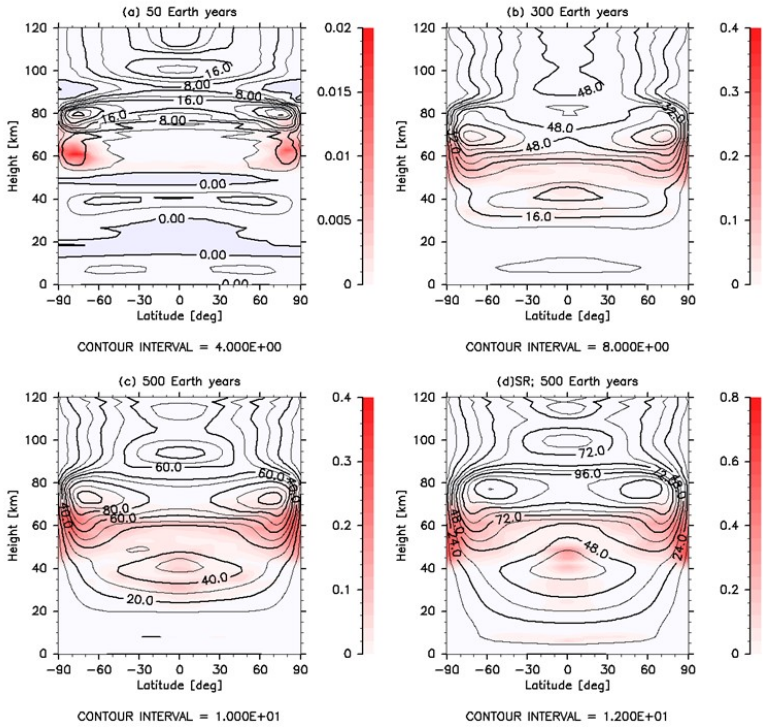
*杉本 憲彦[1]、高木 征弘[2]、松田 佳久[3]
*Norihiko Sugimoto[1], Masahiro Takagi[2], Yoshihisa Matsuda[3]

1. 慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室、2. 京都産業大学　理学部、3. 東京学芸大学　自然科学系
1. Keio University, Department of Physics, 2. Kyoto Sangyo University, Department of Physics, 3. Tokyo Gakugei University, Department of Natural Sciences

金星の大気では, 自転を追い越す東西風「スーパーローテーション」が卓越している.
スーパーローテーションの発生メカニズムには, 平均子午面循環による「ギーラッシュメカニズム」と, 波と平均流の相互作用による「熱潮汐波メカニズム」がある. これまで, 金星の大気大循環モデルでは, 現実的な東西平均加熱の設定で, ギーラッシュメカニズムによるスーパーローテーションの再現はできていない. 本研究では, 金星AFES(Atmospheric general circulation model For the Earth Simulator)を用いて, 先行研究より鉛直渦粘性を小さくした長時間積分を実行した。その結果、静止状態から高速スーパーローテーションを発生させることに成功した(図参照).

Fully developed super-rotation driven by the mean meridional circulation in a Venus GCM, Norihiko Sugimoto, Masahiro Takagi, and Yoshihisa Matsuda, *Geophysical Research Letters*, (2019), doi.org/10.1029/2018GL080917.

キーワード：大気大循環、スーパーローテーション、金星
Keywords: General circulation, Super rotation, Venus



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

金星の衛星間電波掩蔽観測を意識したデータ同化による研究
Data assimilation of the Venus atmosphere assuming radio occultation measurement by small satellites

*阿部 未来[1]、杉本 憲彦[1]、菊池 由佳子[2]、細野 朝子[3]、安藤 紘基[4]、高木 征弘[4]、Itziar Garate Lopez[5]、Sebastien Lebonnois[6]、Chi Ao[7]
*Mirai Abe[1], Norihiko Sugimoto[1], Yukako Kikuchi[2], Asako Hosono[3], Hiroki Ando[4], Masahiro Takagi[4], Itziar Garate Lopez[5], Sebastien Lebonnois[6], Chi Ao[7]

1. 慶應義塾大学、2. 横浜雙葉学園、3. 豊島岡女子学園、4. 京都産業大学、5. バスク大学、6. ソルボンヌ大学、7. ジェット推進研究所
1. Keio University, 2. Yokohama Futaba High School, 3. Toshimagaoka Women High School, 4. Kyoto Sangyo University, 5. Euskal Herriko Unibertsitatea, 6. Sorbonne Universite, 7. Jet Propulsion Laboratory

金星大気の高度約60-70㎞では、極域が周辺に比べて温度が高く、その周辺の緯度約60-80度で低温になる「コールドカラー」と呼ばれる現象が存在する。これまで金星大気大循環モデル(AFES-Venus)では、コールドカラーの再現に成功している[1]が、実際の観測と比べて極とコールドカラーの温度差が小さい。また近年、局所アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)を用いた金星大気データ同化システム(VALEDAS)の開発にも成功している[2]。本研究では、より温度差を良く再現しているフランスの金星大気大循環モデル(LMD/VGCM)のデータ[3]を同化することによりコールドカラーの再現可能性を調べた。金星の衛星間電波掩蔽を想定した温度の擬似観測データを作成し、観測地点、観測数、時間間隔等の条件を変え、再現性を評価した結果を報告する。図に、高度約66km、緯度30-90°Nの温度分布について、85°Nの3地点で温度の鉛直分布の観測が毎地球時に得られた場合の同化結果を示す。コールドカラーの再現に成功し、衛星間電波掩蔽観測が有効であることを示唆している。

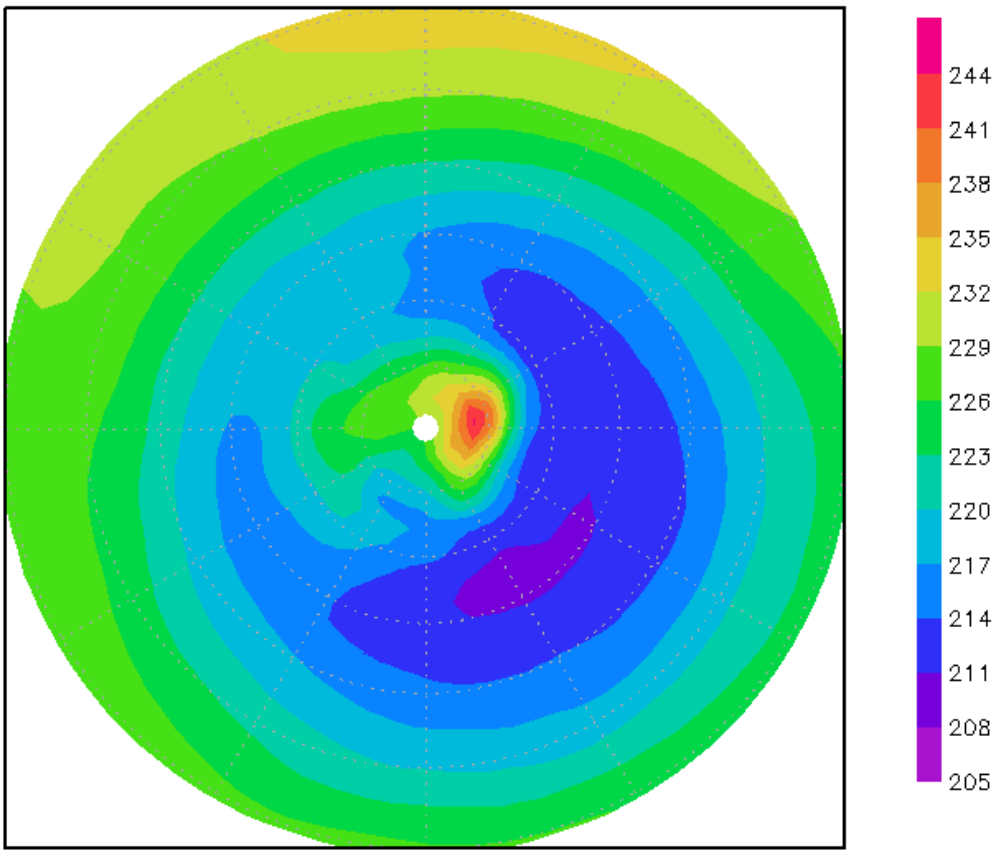
[1] The puzzling Venusian polar atmospheric structure reproduced by a general circulation model, Hiroki Ando, Norihiko Sugimoto, Masahiro Takagi, Hiroki Kashimura, Takeshi Imamura, and Yoshihisa Matsuda, *Nature Communications*, Vol. 7, (2016), 10398, 8pp.

[2] Development of an ensemble Kalman filter data assimilation system for the Venusian atmosphere, Norihiko Sugimoto, Akira Yamazaki, Toru Kouyama, Hiroki Kashimura, Takeshi Enomoto, and Masahiro Takagi, *Scientific Reports*, Vol. 7, (2017), 9321, 9pp

[3] Latitudinal variation of clouds' structure responsible for Venus' cold collar, Itziar Garate-Lopez, Sébastien Lebonnois, *Icarus*, Vol. 314, (2018), p1-11.

キーワード：データ同化、金星、電波掩蔽
Keywords: Data assimilation, Venus, Radio occultation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽風と大気循環との関係
Relationship between solar wind and atmospheric circulation

*Prikryl Paul[1]
*Paul Prikryl[1]

1. ニューブランズウィック大学物理学部、カナダ天然資源地磁気研究所
1. Physics Department University of New Brunswick and Geomagnetic Laboratory Natural Resources Canada

太陽風磁場のセクター構造と冬季の中緯度上部対流圏の渦度/循環の関係が発見されて以来、40年以上が経過した[1,2]。これらの結果は後に確認され、さまざまな物理的メカニズムが提案された[3,4]。太陽風 - 磁気圏 - 電離圏 - 大気圏（MIA）結合過程は、高緯度の下部熱圏源から上下に伝播する内部大気重力波を生成する[5]。大気重力波は低層大気中で長距離にわたってダクト伝搬し、対流圏に到達する可能性がある[6,7]。振幅は大幅に減少するが、上部対流圏での過剰反射により増幅された重力波は、対流圏に存在する湿潤不安定性を誘発して対流バーストを引き起こす可能性がある[4]。潜熱放出は、温帯低気圧の強化につながるエネルギー源であり、対流バーストは熱帯低気圧の急発達に関連する。最近の研究[8,9,10]では、コロナホールまたはコロナ質量放出からの高速太陽風の到達後に爆弾低気圧と熱帯低気圧が急発達する傾向が示されている。太陽風MIA結合は、共回転相互作用領域(CIR)と高速太陽風の前縁での惑星間衝撃波の到着時に最も強いので、オーロラ起源の重力波の振幅が最大である。重力波が温帯低気圧や熱帯低気圧に存在する湿潤不安定性を誘発して対流バーストを開始させると、低気圧を強化して循環を増加する。

[1] Wilcox J. M., et al., Science, 180, 185-186, 1973.
[2] Wilcox J. M., et al., J. Atmos. Sci. 31, 581–588, 1974.
[3] Prikryl P., et al., Ann. Geophys. 27, 1–30, 2009. https://doi.org/10.5194/angeo-27-1-2009
[4] Prikryl P., et al., Ann. Geophys. 27, 31–57, 2009. https://doi.org/10.5194/angeo-27-31-2009.
[5] Hines, C.O., Can. J. Phys. 38, 1441–1481, 1960.
[6] Mayr H.G., et al., J. Geophys. Res., 89, 10929–10959, 1984.
[7] Prikryl P., et al., Ann. Geophys., 23, 401-417, 2005. doi:10.5194/angeo-23-401-2005
[8] Prikryl P., et al., J. Atmos. Sol.-Terr. Phys., 149, 219–231, 2016.
[9] Prikryl P., et al., J. Atmos. Sol.-Terr. Phys., 171, 94–110, 2018.
[10] Prikryl P., et al., J. Atmos. Sol.-Terr. Phys., 183, 36-60, 2019.
https://doi.org/10.1016/j.jastp.2018.12.009.

キーワード：太陽風-磁気圏-電離圏-大気圏結合、高速太陽風、内部重力波 、大気循環、温帯・熱帯低気圧
Keywords: Solar wind-magnetosphere-ionosphere-atmosphere coupling, High-speed solar wind, Internal gravity waves, Atmospheric circulation, Extratropical and tropical cyclones

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2010年夏のロシアブロッキングにおける大西洋ストームトラックの寄与
Contribution of the Atlantic storm track to the Euro-Russian blocking maintenance in summer 2010

*山崎 哲[1]
*Akira Yamazaki[1]

1. 海洋研究開発機構 アプリケーションラボ
1. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

A long-lived blocking anticyclone occurred over western Russia during summer of 2010. This blocking persisted especially during the whole July over the western Russia and caused various weather extremes in the Eurasian continent. In this study, we investigate the mechanism and predictability of Euro-Russian blocking in terms of the interaction between blocking and synoptic eddies or storm tracks, that is, the eddy feedback mechanism. The author adopts the selective absorption mechanism (SAM, Yamazaki and Itoh 2013) to explain the maintenance mechanism and predictability of Euro-Russian blocking during July. Using an ensemble data assimilation system and an AGCM with the same forecast model, we conducted ensemble medium-range (7 days) forecast experiments. Isentropic trajectory analyses suggested that the SAM can work even in the summertime blocking event and the mechanism is more effective for forecast members in which the blocking is successfully forecast. We also conducted a sensitivity experiments in which the Atlantic storm track was suppressed by a piecewise potential vorticity inversion method to evaluate the impact of the storm track on the maintenance of the blocking. The result indicates that the blocking can be substantially maintained by the feedback from the storm track. The results suggested that the Atlantic storm track can substantially contribute to the maintenance of Euro-Russian blocking and its predictability.

キーワード：大気ブロッキング、ストームトラック、アンサンブル予報
Keywords: atmospheric blocking, storm tracks, ensemble forecasting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

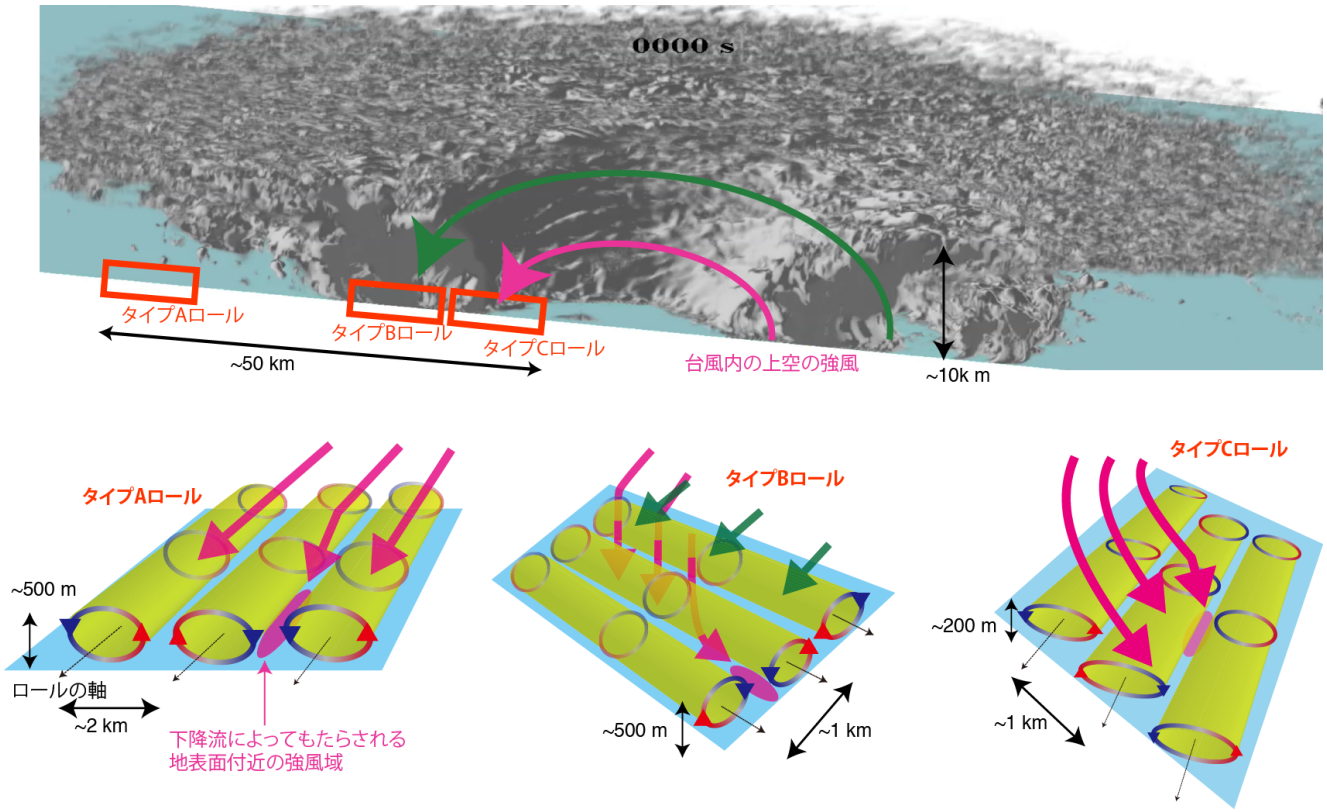
エクマン層の不安定と台風境界層のロール渦
Instabilities in Ekman layer and roll structures in a tropical cyclone boundary layer

*伊藤 純至[1]、新野 宏[1]
*Junshi Ito[1], Hiroshi Niino[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

京コンピュータを活用し、台風全域のラージ・エディ・シミュレーションを実施した。シミュレーション結果には3種類のロール構造がみられた(図参照、Ito et al., 2017)。このようなロールの形成機構について、エクマン層の不安定性解析との関連を考察した。その結果、エクマン層の2種類の不安定（変曲点不安定と平行不安定）と関連することが示唆された。

キーワード：台風境界層、ロール構造、線形不安定性、エクマン層
Keywords: Tropical cyclone boundary layer, Roll structure, Linear Instability, Ekman Layer



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mathematical description of the internal waves in a proximity of the bottom of the Ocean.

*andrei giniatoulline[1], german tobar[1]

1. Department of Mathematics, Los Andes University, Bogota, Colombia, South America

We construct an explicit solution for a boundary value problem in a layer at the bottom of the Ocean for a system of partial differential equations which describes the motion of a viscous rotating stratified fluid. As an effect of Coriolis and gravitational forces, there arise internal waves in the fluid. We prove the existence and uniqueness of the solution.
For a model in the half-space, for the constructed solutions we find the asymptotical behavior for large values of t. We prove the existence of the following boundary layer phenomena: the asymptotical decay of the solution is slower as we approach the boundary plane of the bottom.
The obtained results can be used not only for modeling the flows at the bottom of the Ocean, but also for the flows in the lower Atmosphere.

Keywords: Internal waves, Stratified fluid, Rotating fluid, Boundary layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

How deterministic are the deep zonal jets?

*Ryo Furue[1], Masami Nonaka[1], Hideharu Sasaki[1]

1. APL/JAMSTEC

Eddy-resolving oceanic general circulation models (OGCMs) often show eastward and westward alternating flows below the main thermocline in the velocity field averaged over one year or longer. They are commonly termed the “deep jets”. They are fairly coherent zonally, extending tens of degrees, and vertically, extending down to 1000–2000 m. Their meridional wavelength (distance between eastward flows) is typically 3º–5º. Although they tend to be masked by the general circulation near the surface, their pressure anomalies exist there and has been detected in satellite-observed sea-surface height fields. Recently, a compilation of high-resolution ADCP sections and an analysis on geostrophic velocity based on Argo showed the horizontal and vertical structure of the jets (Cravatte et al. 2017).

In an analysis of OFES , an eddy resolving model, deep jets tend to systematically migrate toward the equator between 20º–30ºN and S (Richards et al. 2006) with a period of approximately 4 years. On the other hand, Qiu et al. (2013) proposed a mechanism that generates a series of stationary deep jets at fixed distances from the equator.

A number of mechanisms have been proposed to explain the existence and the properties of these deep jets, some of them suggesting that the positions and strengths of the jets are determined by external forcing (“deterministic”) and others, that they are (or should be) only statistically determined (“stochastic”).

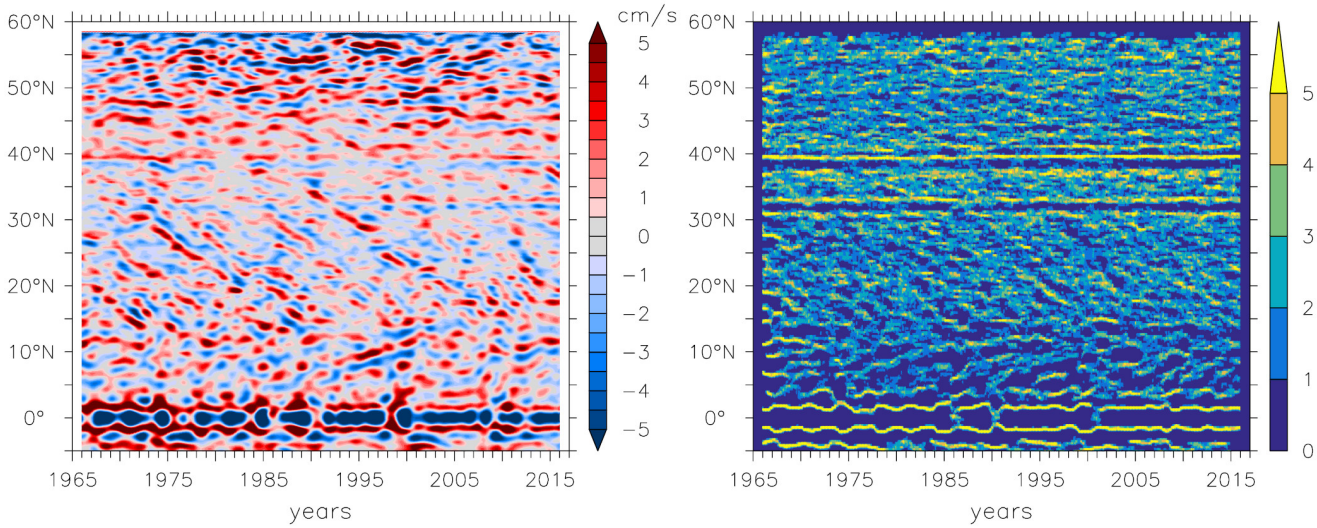
To determine how deterministic the deep jets are, we use a 10-member ensemble of runs of OFES 2, an OGCM for the Earth Simulator version 2, which is a semi-global model with a 0.1º horizontal resolution. Its surface forcing is based on JRA55-do, a timeseries of atmospheric conditions derived from a reanalysis product. The ensemble runs are started from the beginning of 1965 and extended to the end of 2016; their difference comes solely from slight differences in their initial conditions.

As the left panel of the figure below shows, equatorward phase propagation of deep jets is clear between 20º–30ºN, whereas poleward propagation is discernible between 5º–15ºN. Along 33º and 40ºN are rather persistent eastward jets flanked by westward jets on their equatorward sides. North of 40ºN, the jets tend to be somewhat stronger and less stable and to have shorter meridional wavelengths.

The variance among the ensemble members initially grows rapidly but stabilizes in 5–10 years (not shown). The right panel of the figure below indicates how well the positions of eastward jets agree among the ensemble members. Except for the equatorial currents (like the primary and secondary Tsuchiya Jets) and those stable jets near 33º and 40ºN, the axes of the jets more or less vary among ensemble members. Nevertheless, some coherence is also evident; in particular, the poleward-propagating jets in the 5º–15ºN band tend to agree among themselves. In the equatorward-propagating regime 20º–30ºN, coherent propagation sometimes emerges. If the tropical (equatorward of 15ºN) jets are deterministic, their migration may be due to some slow change in external forcing.

Keywords: deep jets, chaos, eddy-resolving OGCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潮汐混合によるインドネシア通過流への影響
The impact of tidal mixing on the Indonesian Throughflow

*城山 航基[1]、木田 新一郎[2]、佐々木 英治[3]、古恵 亮[3]
*Kohki Shiroyama[1], Shinichiro Kida[2], Hideharu Sasaki[3], Ryo Furue[3]

1. 九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2. 九州大学　応用力学研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics Kyushu University, 3. JAMSTEC. APL

インドネシア多島海は太平洋とインド洋の二つの大洋を繋ぐインドネシア通過流が流れている海域である。直上の大気は赤道の大気大循環の中心域でもありインドネシア多島海の海面水温は雲の発達過程に重要な役割を果たしている。この海域は、海底地形が複雑なため、潮汐による鉛直混合が活発に起きていると考えられている。インドネシア通過流がこの海域を通る過程で潮汐混合がその水塊性質にどのような影響を与えるのかを調べるため、潮汐混合パラメタリゼーションの感度実験を行った準全球海洋大循環モデル　OFES2を解析した。パラメタリゼーションの有無による数値モデルの解析結果の違いによってインドネシア通過流に沿って起きる海水の温度、塩分、流速の変化を調べた。その結果、潮汐混合がインドネシア通過流に確かに影響を与えていることを確認できた。特に、海峡や浅くなっている地点（海嶺火山など）の前後での水塊性質の変化が顕著で、水塊性質の鉛直分布が均一になっていることを確認できた。これは海峡などの狭い場所を通過する時に、潮汐混合の影響を強く受けるためであると考えられるが、原因解明のためにより詳しく解析を行っていく。

キーワード：潮汐混合、インドネシア通過流
Keywords: tidal mixing, Indonesian Throughflow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

異なるデータ(NCEPNCAR及びQSCAT)から得られたOFESの結果の南太平洋における再現性の検証

Verification for subsurface oceanic structure in OFES outputs driven by different wind data sets (NCEP/NCAR and QSCAT)in the tropical Pacific Ocean

*福永 広重[1]、轡田 邦夫[1]、垣内 陽[1]、柳田 悠馬[1]、佐々木 英治[2]、笹井 義一[2]
*Hiroshige Fukunaga[1], Kunio Kutsuwada[1], Akira Kakiuchi[1], Yuma Yanagida[1], Hideharu Sasaki[2], Yoshikazu Sasai[2]

1. 東海大学、2. 海洋研究開発機構
1. Tokai University, 2. JAMSTEC

１　はじめに

ＯＦＥＳは海洋循環と海洋構造を、海面フラックス（運動量、熱、淡水）を入力することで高解像度に再現する数値モデルである。異なる海上風データセットであるＮＣＥＰとＱＳＣＡＴによって駆動された２種類のＯＦＥＳrun（ＮＣＥＰrun及びＱＳＣＡＴrun）の相互比較では、表層水温がほぼ同様であるのに対して、海洋内部の亜表層（１００ｍの深度）において、北半球では１０°Ｎ付近でＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunよりも水温構造が約５０ｍ浅い。また、東岸からの地衡流量の鉛直積分流量も異なる（ＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunよりも１０Sv大きい）(Kutsuwada et al .,2018)。

本研究では、北半球で確認された両ｒｕｎの水温構造の違いや、鉛直積分流量の東岸からの積分値における違いが南半球においても同様に表れるかを検証した。また、比較としてArgo観測データから格子化されたＭＯＡＡ－ＧＰＶを用いた。

２　使用データ

ＯＦＥＳは、NOAAによって開発されたModular Ocean Model ver.3に基づきJAMSTECによって開発された高解像準全球海洋大循環モデルである。海面フラックスデータを入力して、高い時空間解像度で海洋循環場及び海洋構造の再現を可能にした。ＯＦＥＳの駆動外力として、NCEP/NCARにより作成された再解析データ及び、人工衛星QSCAT(QuikACAT)の散乱計データセットを与えている。

空間解像度は水平方向には0.1°×0.1°のものを1°×1°に平均した。鉛直方向には海面(2.5m)から6065mまでで間隔が5mから330mまで変化する54層のものを秋間法(Akima, 1970)を用いて10m間隔の補間を行った。

３　解析方法

水温T(℃)、塩分S(PSS)から求めた海面力学高度偏差を用いて、海面から水深ｈまで鉛直積分した地衡流量を算出した。その際、無流面を2000mとした。スベルドラップ流量は海面から無流面（風成循環が及ぶ最大深度）までの鉛直積分流量に相当し、コリオリパラメーターと海面応力の東西成分によって求められるエクマン層内の流量と地衡流の鉛直積分流量の和で表される。

本研究では、海洋データから得られる地衡流量と海上風データから得られる風成駆動流量が一致するかを見る。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

４　結果

水温構造は１０°Ｓ付近においてＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunよりも約５０ｍ浅く、東西積分流量は同緯度帯でＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunより１０Sv小さい値となった。また、ＭＯＡＡ－ＧＰＶとの比較では、ＱＳＣＡＴｒｕｎの水温は２００ｍ付近まで良く一致する一方、ＮＣＥＰｒｕｎは５０～４００ｍで低く、東西積分流量は、ＱＳＣＡＴrunがＭＯＡＡ－ＧＰＶにほぼ一致する。以上より、北半球と同様に南半球においてもＱＳＣＡＴｒｕｎはＮＣＡＰｒｕｎよりも再現性が高いと言える。

両ｒｕｎを駆動する風応力回転場の東西平均値の南北分布プロファイルの比較では、１０°Ｎ付近に見られる正の極大値がＮＣＥＰはＱＳＣＡＴよりも大きく、１０°Ｓにおける負の極大値も同様な特性が見られる。亜表層構造の違いも１０°Ｎと１０°Ｓで見られることから、亜表層構造の風応力への依存性が強く示唆される。また、ＱＳＣＡＴｒｕｎによる地衡流量と風データから算出した風成駆動流量が低緯度帯ではほぼ一致することから、同緯度帯ではスベルドラップ平衡が成立することが確認できた

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋波浪データの漂流ブイ,係留式GPSブイ,再解析データの相互比較
Inter-comparison of ocean wave data from drifting buoys, moored GPS buoys and reanalysis data

*久木 幸治[1]
*Yukiharu Hisaki[1]

1. 琉球大学
1. University of the Ryukyus

Observation of surface wave data such as wave height and period are important for practical and scientific purposes. However, wave observations by moored buoys around Japan are only by GPS buoys, which are located about 10 km from the coast. The observations of wave heights and periods by Japan Meteorological Agency (JMA) drifting buoys were conducted from 2000. Wave data from drifting buoys are inter-compared with GPS buoys and ERA-Interim reanalysis data. The GPS wave data are compared with those from drifting buoys and ERA-Interim data, when a drifting buoy is close to a GPS buoy position, and the number of comparison is limited. The data period of wave data of drifting buoys and ERA-Interim data is from 2000 to 2018. The agreement of wave heights between from GPS and drifting buoys is better than that between from GPS and ERA-Interim data. The agreement of wave periods between from GPS and drifting buoys is not much better than that between from GPS and ERA-Interim data. There are cases that wave periods by drifting buoys are much longer than those from GPS buoys. The dependency of wave parameter differences between from drifting buoys and ERA-Interim data on drifting buoy speeds is investigated.
The drifting current components to the mean wave directions are evaluated from the drifting currents estimated from the drifting buoy positions and the ERA interim mean wave directions.
The differences of wave heights between from drifting buoys and ERA-Interim data are larger as faster current speeds.
The ERA-Interim wave heights are underestimated when current directions are opposite to mean wave directions. The ERA-Interim wave heights are overestimated current directions are following to wave directions. The ratio as drifting wave period/ERA-Interim wave period is smaller as increasing opposing current component, which is consistent with the Doppler shift.

キーワード：波高、周期、漂流ブイ
Keywords: wave height, wave period, drifting buoy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

黒潮続流周辺海域における渦の併合, 分離について
Merge and Separation of ocean eddies around the Kuroshio Extension

*松橋 孝太朗[1]、植原 量行[1]
*koutarou matsuhashi[1], Kazuyuki Uehara[1]

1. 東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻
1. The Graduate School of Marine Science Technology

海洋中規模渦は流れの状態を複雑にし, 大循環の場に非定常な特性をもたらすと同時に, 熱や物質輸送に重要な役割を果たしていると考えられており, 中規模渦の動態と役割を解明することは, 海洋物理学の主要な課題の一つである.特に黒潮続流周辺海域は黒潮続流の蛇行に伴って中規模渦活動が極めて活発な海域であり, 黒潮続流から切離されてできる比較的長い期間存続する渦が多数見られる.それゆえこの海域では２つの渦が一つの渦に併合する現象や, 一つの渦から２つの渦に分離する現象が頻繁にみられる.Matsuoka et al. (2016)は, 1/30 ∘の高解像度海洋大循環モデルを用いて渦の抽出とトラッキングを行い, モデル内における渦の併合, 分離する現象を調べて可視化した.本研究では, Matsuoka et al. (2016) の渦の併合, 分離のclassificationを参考にし, AVISOの海面高度偏差データを用いて,渦を抽出するための物理パラメータである速度勾配テンソルの第2不変量(これは非発散場においてOkubo-Weissパラメータと等価である)と, 海面高度偏差場の等高線から求められる幾何学的な渦抽出法を併用することで渦の併合, 分離を定義し, また比較的長く存続する渦を対象にすることで追跡を容易にした．これらの方法を用いて, 黒潮続流周辺海域において比較的長期間存続する渦を対象に, 併合, 分離イベントの前後における物理パラメータの変化について議論する.

キーワード：中規模渦
Keywords: messoscale eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

OGCMと粒子追跡法を用いた137E測線に到達する水塊における中規模渦に捕捉された輸送の影響の評価

Influence of eddy-trapped water mass reaching 137E survey line using OGCM and a particle-tracking method

*中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]、松村 義正[2]
*Hideyuki Nakano[1], Hiroyuki Tsujino[1], Kei Sakamoto[1], Shogo Urakawa[1], Takahiro Toyoda[1], Goro Yamanaka[1], Yoshimasa Matsumura[2]

1. 気象研究所、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Atmosphere and ocean research Institute, the University of Tokyo

水塊形成および輸送に関して中規模渦が大きな役割を示していることは知られている。近年では、中規模渦に捕捉されて輸送される水塊の見積もりがなされており(例えばZhang et al 2014)、平均流に匹敵する量が運ばれているという試算もある。ただし、これらは衛星観測と理想的な渦の鉛直構造を仮定した見積もりであり、直接的な見積もりではない。この研究では、中規模渦を解像できる海洋大循環モデル(OGCM)と粒子追跡法の組み合わせにより、どの水塊に属する粒子がどのような形態で輸送されるかを定量的に診断することを試みる。ここでは137Eの子午面に到達する水塊についての中規模渦の役割について着目する。137E側線は気象庁により50年以上にもわたり維持された測線であり、また渦活動の重要性も指摘されているからである。具体的には137E 度の子午面断面に一グリッドあたり49個で合計約100万個の粒子を1993年から2017年まで毎年8月13日に撒き、解像度1/10のOGCMの日平均の計算結果をオフラインで用いた粒子追跡法により、混合層に達するまで逆追跡をおこなった。137Ｅ測線に達する粒子の軌道から、中規模渦に捕捉されて移動している水塊(渦捕捉)と、それ以外(渦非捕捉)に分類した。水塊の判別は混合層に達したときの温度、PV, 場所等で判定した。渦捕捉はOkubo-Weiss parameter を用いて判定した。Tropical Water (TW) 、Subtropical Mode Water(STMW), Eastern Subtropical Mode Water (ESTMW), Lower Central Mode Water (L-CMW) など代表的な水塊の分布は十数年変動も含めてほぼ現実的に再現されていた。TW は形成時には2割が中規模渦中に存在し、さらにそのうち6割が高気圧性渦であった。TWでは形成域から137Eに達したもののうち、約一割) が渦捕捉の状態で運ばれてきた。渦捕捉の軌跡は渦非捕捉のものが亜熱帯循環を反映した西南西方向であったのに対して、ほぼ真西方向であった。形成領域からの到達時間は両者でほぼ同程度であったが、平均流が東向きとなる亜熱帯反流の場所では渦捕捉の水塊の方が速く到達した。STMW では形成時に約3割が渦捕捉で、そのうち高気圧性の割合は8割程度であった。137Eに到達した水塊のうち渦捕捉の割合は約一割であった。STMW においては渦捕捉の方が到達に時間がかかるようになっており、その軌跡は単純な西方向ではなかった。ESTMW やL-CMW において形成時は2割弱が渦捕捉の形で存在し、高気圧性と低気圧性の割合はほぼ同じであった。渦捕捉の水塊の軌跡はTWと同じく、東西方向に卓越した構造を示したが、渦捕捉で到達した割合は5%以下であり、渦捕捉の方が137Eまでの到達に時間がかかった。これらの137Eに達する水塊のうち、5－10%が渦捕捉で到達するという見積もりは、過去の研究で時々主張される量よりも小さく思えるかもしれない。これらの差異についても議論する。

キーワード：中規模渦、水塊、粒子追跡法
Keywords: mesoscale eddy, watermass, particle tracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

簡易気候モデルを用いた氷期気候における海洋深層循環の変動に関する研究

A study on the variability of the deep ocean circulation during glacial climate with a climate model of intermediate complexity

*安藤 大悟[1]、岡 顕[1]
*Taigo Ando[1], Akira Oka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

氷床コアから過去の気候を復元することによって、氷期にはDansgaard-Oeschger(D-O)振動とよばれる急激な気候変動があり、グリーンランドではD-O振動によって数十年のうちに気温が約10℃変動したことが分かっている。D-O振動には大西洋子午面循環の変動が関わっていることが多くの先行研究によって指摘されているが、その変動の詳細はいまだ明らかになっていない。従来のモデリング研究では、D-O振動を含む大西洋深層循環の変動は主に氷床融解による北大西洋の深層水形成域への淡水流入によって駆動されていると考えられてきた(e.g. Rahmstrf, 2002)。しかし、近年における大気海洋結合大循環モデルを用いた研究で外力として氷床融解水を与えない場合でもD-O振動のような気候変動が起きうることが報告されており(Peltier and Vettoretti, 2014; Brown and Galbraith, 2016)、海洋を中心とした大気海氷海洋結合系の内部にD-O振動を引き起こすメカニズムが含まれているという考え方が広がりつつある。しかしながら、大気海洋結合大循環モデルで再現される内部振動の解析はまだ十分には行われていない。全球結合モデルは様々な大気海洋のプロセスを組み込んでいるため、計算負荷が大きく、D-O振動に関わるメカニズムを特定するための感度実験を行うことも困難であった。一方で、より単純化して計算負荷を落としたモデルによる先行研究も行われているものの、気候の再現性に問題があった。

そこで本研究では、大気をエネルギーバランスモデルとして簡略化したモデル(MIROC-lite, Oka et al., 2011, 2017)を改良し、大気海洋結合大循環モデル(MIROC, Hasumi and Emori, 2001)の結果を用いることで同等の再現性を確保したモデルを開発し、そのモデルを使用して氷期気候のシミュレーションを行った。本モデルはエネルギーバランスに基づいて大気温度を予報しており、海洋モデルのみでの実験に比べて大気海洋間の熱的フィードバックをより適切に表現できるため、大気海洋結合大循環モデルで再現される自発的振動の解析にも用いることができると期待される。本発表ではモデルのシミュレーション結果を報告するとともに、それらの結果からD-O振動のメカニズムについて議論する。

キーワード：氷期気候、海洋深層循環、気候モデル
Keywords: glacial climate, deep ocean circulation, climate model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[A-OS19] 海洋と大気の波動・渦・循環力学

コンビーナ:田中 祐希(東京大学大学院理学系研究科)、古恵 亮(APL/JAMSTEC)、久木 幸治(琉球大学)、杉本 憲彦(慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室)

本セッションでは、海洋および大気中に見られる具体的な現象の中から一般原理を抽出し体系化することによって数理モデルを構築し、それを再び具体的な現象の解釈・予測・パラメータ化につなげるという海洋力学・大気力学の意義を再確認する。このような円環的な思考を通じて、風波・波浪・内部重力波・ロスビー波・赤道波・潮汐流・渦・蛇行・大循環・境界層・大気海洋系などについての研究発展の見通しが与えられるとともに、共鳴・非線形相互作用・スペクトル解析・確率統計・力学系などの理論の利用方法が開拓されることを期待する。観測データ・再解析プロダクトの診断手法の開発、生態系モデルや気候・環境問題を含む学際的な研究、力学的に未解明だが興味深い観測・数値実験・データ解析結果の紹介なども歓迎し、新しい発想を生み出す原動力としたい。

[AOS19-P01] 金星AFESによる大気スーパーローテーションの発生

*杉本 憲彦[1]、高木 征弘[2]、松田 佳久[3] (1.慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室、2.京都産業大学　理学部、3.東京学芸大学　自然科学系)

[AOS19-P02] 金星の衛星間電波掩蔽観測を意識したデータ同化による研究

*阿部 未来[1]、杉本 憲彦[1]、菊池 由佳子[2]、細野 朝子[3]、安藤 紘基[4]、高木 征弘[4]、Itziar Garate Lopez[5]、Sebastien Lebonnois[6]、Chi Ao[7] (1.慶應義塾大学、2.横浜雙葉学園、3.豊島岡女子学園、4.京都産業大学、5.バスク大学、6.ソルボンヌ大学、7.ジェット推進研究所)

[AOS19-P03] 太陽風と大気循環との関係

*Prikryl Paul[1] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、カナダ天然資源地磁気研究所)

[AOS19-P04] 2010年夏のロシアブロッキングにおける大西洋ストームトラックの寄与

*山崎 哲[1] (1.海洋研究開発機構 アプリケーションラボ)

[AOS19-P05] エクマン層の不安定と台風境界層のロール渦

*伊藤 純至[1]、新野 宏[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P06] Mathematical description of the internal waves in a proximity of the bottom of the Ocean.

*andrei giniatoulline[1]、german tobar[1] (1.Department of Mathematics, Los Andes University, Bogota, Colombia, South America)

[AOS19-P07] How deterministic are the deep zonal jets?

*Ryo Furue[1]、Masami Nonaka[1]、Hideharu Sasaki[1] (1.APL/JAMSTEC)

[AOS19-P08] 潮汐混合によるインドネシア通過流への影響

*城山 航基[1]、木田 新一郎[2]、佐々木 英治[3]、古恵 亮[3] (1.九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2.九州大学　応用力学研究所、3.海洋研究開発機構)

[AOS19-P09] 異なるデータ(NCEP/NCAR及びQSCAT)から得られたOFESの結果の南太平洋における再現性の検証

*福永 広重[1]、轡田 邦夫[1]、垣内 陽[1]、柳田 悠馬[1]、佐々木 英治[2]、笹井 義一[2] (1.東海大学、2.海洋研究開発機構)

[AOS19-P10] 海洋波浪データの漂流ブイ,係留式GPSブイ,再解析データの相互比較

*久木 幸治[1] (1.琉球大学)

[AOS19-P11] 黒潮続流周辺海域における渦の併合, 分離について

*松橋 孝太朗[1]、植原 量行[1] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻)

[AOS19-P12] OGCMと粒子追跡法を用いた137E測線に到達する水塊における中規模渦に捕捉された輸送の影響の評価

★招待講演

*中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]、松村 義正[2] (1.気象研究所、2.東京大学大気海洋研究所)

[AOS19-P13] 簡易気候モデルを用いた氷期気候における海洋深層循環の変動に関する研究

*安藤 大悟[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

金星AFESによる大気スーパーローテーションの発生
Atmospheric super rotation developed in a GCM (AFES-Venus)

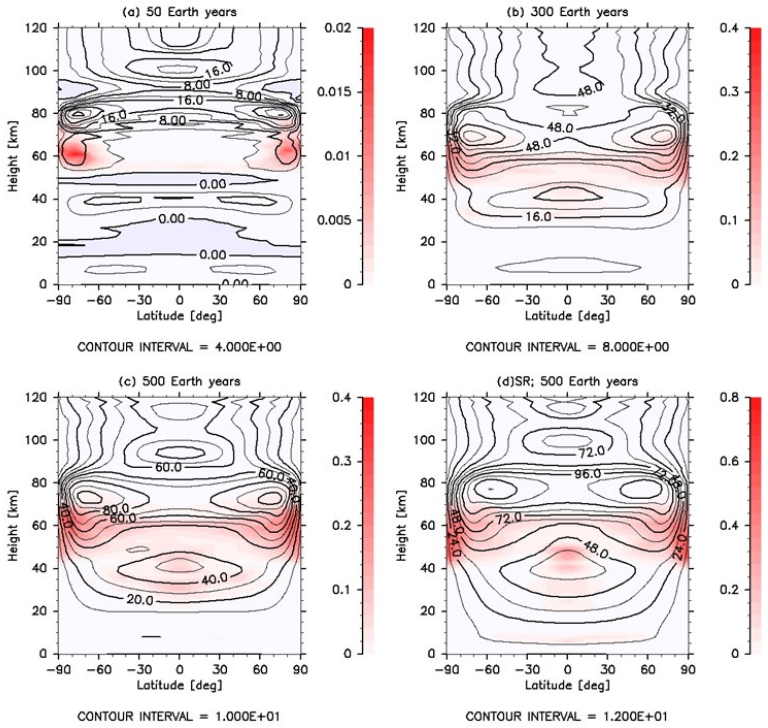
*杉本 憲彦[1]、高木 征弘[2]、松田 佳久[3]
*Norihiko Sugimoto[1], Masahiro Takagi[2], Yoshihisa Matsuda[3]

1. 慶應義塾大学　法学部　日吉物理学教室、2. 京都産業大学　理学部、3. 東京学芸大学　自然科学系
1. Keio University, Department of Physics, 2. Kyoto Sangyo University, Department of Physics, 3. Tokyo Gakugei University, Department of Natural Sciences

金星の大気では, 自転を追い越す東西風「スーパーローテーション」が卓越している.
スーパーローテーションの発生メカニズムには, 平均子午面循環による「ギーラッシュメカニズム」と, 波と平均流の相互作用による「熱潮汐波メカニズム」がある. これまで, 金星の大気大循環モデルでは, 現実的な東西平均加熱の設定で, ギーラッシュメカニズムによるスーパーローテーションの再現はできていない. 本研究では, 金星AFES(Atmospheric general circulation model For the Earth Simulator)を用いて, 先行研究より鉛直渦粘性を小さくした長時間積分を実行した。その結果、静止状態から高速スーパーローテーションを発生させることに成功した(図参照).

Fully developed super-rotation driven by the mean meridional circulation in a Venus GCM, Norihiko Sugimoto, Masahiro Takagi, and Yoshihisa Matsuda, *Geophysical Research Letters*, (2019), doi.org/10.1029/2018GL080917.

キーワード：大気大循環、スーパーローテーション、金星
Keywords: General circulation, Super rotation, Venus



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

金星の衛星間電波掩蔽観測を意識したデータ同化による研究
Data assimilation of the Venus atmosphere assuming radio occultation measurement by small satellites

*阿部 未来[1]、杉本 憲彦[1]、菊池 由佳子[2]、細野 朝子[3]、安藤 紘基[4]、高木 征弘[4]、Itziar Garate Lopez[5]、Sebastien Lebonnois[6]、Chi Ao[7]
*Mirai Abe[1], Norihiko Sugimoto[1], Yukako Kikuchi[2], Asako Hosono[3], Hiroki Ando[4], Masahiro Takagi[4], Itziar Garate Lopez[5], Sebastien Lebonnois[6], Chi Ao[7]

1. 慶應義塾大学、2. 横浜雙葉学園、3. 豊島岡女子学園、4. 京都産業大学、5. バスク大学、6. ソルボンヌ大学、7. ジェット推進研究所
1. Keio University, 2. Yokohama Futaba High School, 3. Toshimagaoka Women High School, 4. Kyoto Sangyo University, 5. Euskal Herriko Unibertsitatea, 6. Sorbonne Universite, 7. Jet Propulsion Laboratory

金星大気の高度約60-70㎞では、極域が周辺に比べて温度が高く、その周辺の緯度約60-80度で低温になる「コールドカラー」と呼ばれる現象が存在する。これまで金星大気大循環モデル(AFES-Venus)では、コールドカラーの再現に成功している[1]が、実際の観測と比べて極とコールドカラーの温度差が小さい。また近年、局所アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)を用いた金星大気データ同化システム(VALEDAS)の開発にも成功している[2]。本研究では、より温度差を良く再現しているフランスの金星大気大循環モデル(LMD/VGCM)のデータ[3]を同化することによりコールドカラーの再現可能性を調べた。金星の衛星間電波掩蔽を想定した温度の擬似観測データを作成し、観測地点、観測数、時間間隔等の条件を変え、再現性を評価した結果を報告する。図に、高度約66km、緯度30-90°Nの温度分布について、85°Nの3地点で温度の鉛直分布の観測が毎地球時に得られた場合の同化結果を示す。コールドカラーの再現に成功し、衛星間電波掩蔽観測が有効であることを示唆している。

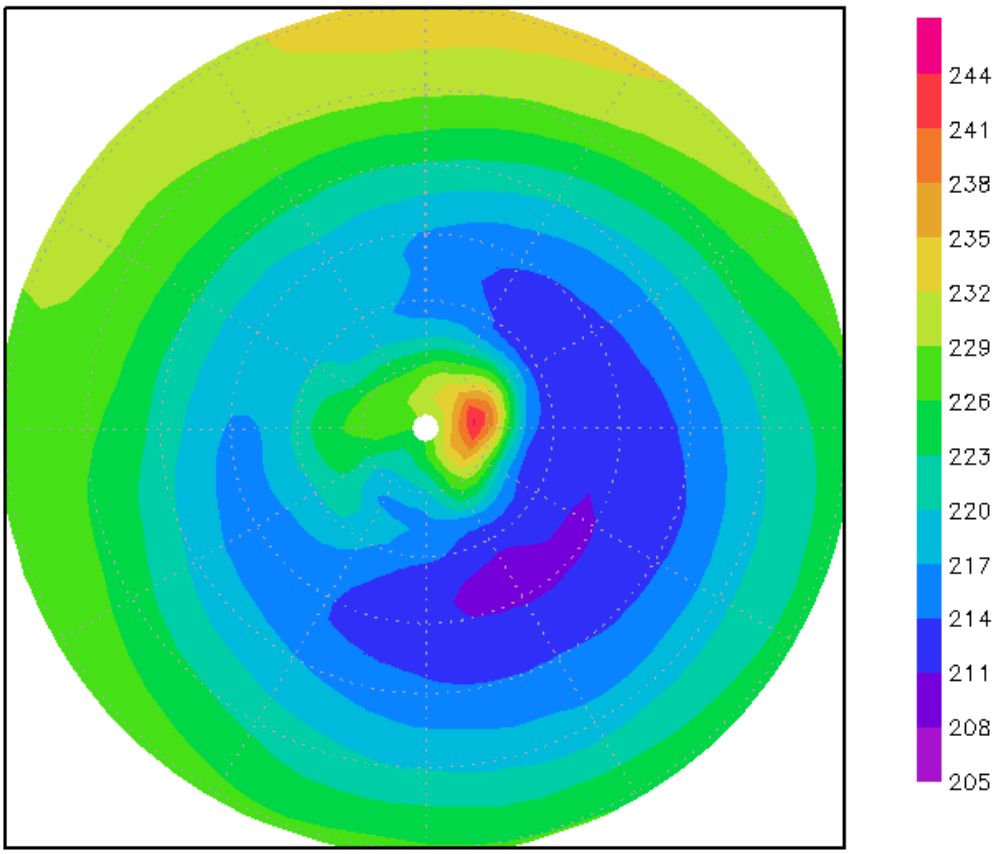
[1] The puzzling Venusian polar atmospheric structure reproduced by a general circulation model, Hiroki Ando, Norihiko Sugimoto, Masahiro Takagi, Hiroki Kashimura, Takeshi Imamura, and Yoshihisa Matsuda, *Nature Communications*, Vol. 7, (2016), 10398, 8pp.

[2] Development of an ensemble Kalman filter data assimilation system for the Venusian atmosphere, Norihiko Sugimoto, Akira Yamazaki, Toru Kouyama, Hiroki Kashimura, Takeshi Enomoto, and Masahiro Takagi, *Scientific Reports*, Vol. 7, (2017), 9321, 9pp

[3] Latitudinal variation of clouds' structure responsible for Venus' cold collar, Itziar Garate-Lopez, Sébastien Lebonnois, *Icarus*, Vol. 314, (2018), p1-11.

キーワード：データ同化、金星、電波掩蔽
Keywords: Data assimilation, Venus, Radio occultation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽風と大気循環との関係
Relationship between solar wind and atmospheric circulation

*Prikryl Paul[1]
*Paul Prikryl[1]

1. ニューブランズウィック大学物理学部、カナダ天然資源地磁気研究所
1. Physics Department University of New Brunswick and Geomagnetic Laboratory Natural Resources Canada

太陽風磁場のセクター構造と冬季の中緯度上部対流圏の渦度/循環の関係が発見されて以来、40年以上が経過した[1,2]。これらの結果は後に確認され、さまざまな物理的メカニズムが提案された[3,4]。太陽風 - 磁気圏 - 電離圏 - 大気圏（MIA）結合過程は、高緯度の下部熱圏源から上下に伝播する内部大気重力波を生成する[5]。大気重力波は低層大気中で長距離にわたってダクト伝搬し、対流圏に到達する可能性がある[6,7]。振幅は大幅に減少するが、上部対流圏での過剰反射により増幅された重力波は、対流圏に存在する湿潤不安定性を誘発して対流バーストを引き起こす可能性がある[4]。潜熱放出は、温帯低気圧の強化につながるエネルギー源であり、対流バーストは熱帯低気圧の急発達に関連する。最近の研究[8,9,10]では、コロナホールまたはコロナ質量放出からの高速太陽風の到達後に爆弾低気圧と熱帯低気圧が急発達する傾向が示されている。太陽風MIA結合は、共回転相互作用領域(CIR)と高速太陽風の前縁での惑星間衝撃波の到着時に最も強いので、オーロラ起源の重力波の振幅が最大である。重力波が温帯低気圧や熱帯低気圧に存在する湿潤不安定性を誘発して対流バーストを開始させると、低気圧を強化して循環を増加する。

[1] Wilcox J. M., et al., Science, 180, 185-186, 1973.
[2] Wilcox J. M., et al., J. Atmos. Sci. 31, 581–588, 1974.
[3] Prikryl P., et al., Ann. Geophys. 27, 1–30, 2009. https://doi.org/10.5194/angeo-27-1-2009
[4] Prikryl P., et al., Ann. Geophys. 27, 31–57, 2009. https://doi.org/10.5194/angeo-27-31-2009.
[5] Hines, C.O., Can. J. Phys. 38, 1441–1481, 1960.
[6] Mayr H.G., et al., J. Geophys. Res., 89, 10929–10959, 1984.
[7] Prikryl P., et al., Ann. Geophys., 23, 401-417, 2005. doi:10.5194/angeo-23-401-2005
[8] Prikryl P., et al., J. Atmos. Sol.-Terr. Phys., 149, 219–231, 2016.
[9] Prikryl P., et al., J. Atmos. Sol.-Terr. Phys., 171, 94–110, 2018.
[10] Prikryl P., et al., J. Atmos. Sol.-Terr. Phys., 183, 36-60, 2019.
https://doi.org/10.1016/j.jastp.2018.12.009.

キーワード：太陽風-磁気圏-電離圏-大気圏結合、高速太陽風、内部重力波 、大気循環、温帯・熱帯低気圧
Keywords: Solar wind-magnetosphere-ionosphere-atmosphere coupling, High-speed solar wind, Internal gravity waves, Atmospheric circulation, Extratropical and tropical cyclones

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2010年夏のロシアブロッキングにおける大西洋ストームトラックの寄与
Contribution of the Atlantic storm track to the Euro-Russian blocking maintenance in summer 2010

*山崎 哲[1]
*Akira Yamazaki[1]

1. 海洋研究開発機構 アプリケーションラボ
1. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

A long-lived blocking anticyclone occurred over western Russia during summer of 2010. This blocking persisted especially during the whole July over the western Russia and caused various weather extremes in the Eurasian continent. In this study, we investigate the mechanism and predictability of Euro-Russian blocking in terms of the interaction between blocking and synoptic eddies or storm tracks, that is, the eddy feedback mechanism. The author adopts the selective absorption mechanism (SAM, Yamazaki and Itoh 2013) to explain the maintenance mechanism and predictability of Euro-Russian blocking during July. Using an ensemble data assimilation system and an AGCM with the same forecast model, we conducted ensemble medium-range (7 days) forecast experiments. Isentropic trajectory analyses suggested that the SAM can work even in the summertime blocking event and the mechanism is more effective for forecast members in which the blocking is successfully forecast. We also conducted a sensitivity experiments in which the Atlantic storm track was suppressed by a piecewise potential vorticity inversion method to evaluate the impact of the storm track on the maintenance of the blocking. The result indicates that the blocking can be substantially maintained by the feedback from the storm track. The results suggested that the Atlantic storm track can substantially contribute to the maintenance of Euro-Russian blocking and its predictability.

キーワード：大気ブロッキング、ストームトラック、アンサンブル予報
Keywords: atmospheric blocking, storm tracks, ensemble forecasting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

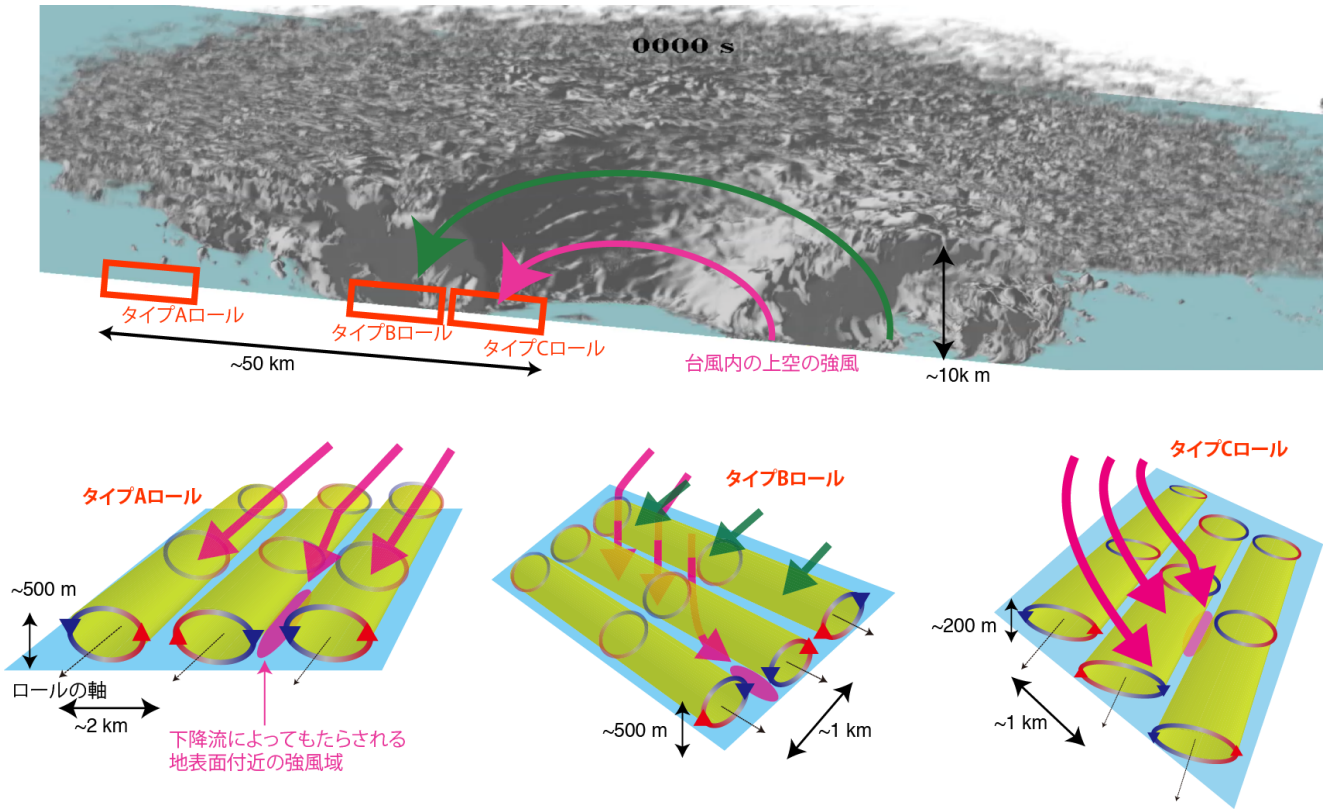
エクマン層の不安定と台風境界層のロール渦
Instabilities in Ekman layer and roll structures in a tropical cyclone boundary layer

*伊藤 純至[1]、新野 宏[1]
*Junshi Ito[1], Hiroshi Niino[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

京コンピュータを活用し、台風全域のラージ・エディ・シミュレーションを実施した。シミュレーション結果には3種類のロール構造がみられた(図参照、Ito et al., 2017)。このようなロールの形成機構について、エクマン層の不安定性解析との関連を考察した。その結果、エクマン層の2種類の不安定（変曲点不安定と平行不安定）と関連することが示唆された。

キーワード：台風境界層、ロール構造、線形不安定性、エクマン層
Keywords: Tropical cyclone boundary layer, Roll structure, Linear Instability, Ekman Layer



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mathematical description of the internal waves in a proximity of the bottom of the Ocean.

*andrei giniatoulline[1], german tobar[1]

1. Department of Mathematics, Los Andes University, Bogota, Colombia, South America

We construct an explicit solution for a boundary value problem in a layer at the bottom of the Ocean for a system of partial differential equations which describes the motion of a viscous rotating stratified fluid. As an effect of Coriolis and gravitational forces, there arise internal waves in the fluid. We prove the existence and uniqueness of the solution.
For a model in the half-space, for the constructed solutions we find the asymptotical behavior for large values of t. We prove the existence of the following boundary layer phenomena: the asymptotical decay of the solution is slower as we approach the boundary plane of the bottom.
The obtained results can be used not only for modeling the flows at the bottom of the Ocean, but also for the flows in the lower Atmosphere.

Keywords: Internal waves, Stratified fluid, Rotating fluid, Boundary layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

How deterministic are the deep zonal jets?

*Ryo Furue[1], Masami Nonaka[1], Hideharu Sasaki[1]

1. APL/JAMSTEC

Eddy-resolving oceanic general circulation models (OGCMs) often show eastward and westward alternating flows below the main thermocline in the velocity field averaged over one year or longer. They are commonly termed the “deep jets”. They are fairly coherent zonally, extending tens of degrees, and vertically, extending down to 1000–2000 m. Their meridional wavelength (distance between eastward flows) is typically 3º–5º. Although they tend to be masked by the general circulation near the surface, their pressure anomalies exist there and has been detected in satellite-observed sea-surface height fields. Recently, a compilation of high-resolution ADCP sections and an analysis on geostrophic velocity based on Argo showed the horizontal and vertical structure of the jets (Cravatte et al. 2017).

In an analysis of OFES , an eddy resolving model, deep jets tend to systematically migrate toward the equator between 20º–30ºN and S (Richards et al. 2006) with a period of approximately 4 years. On the other hand, Qiu et al. (2013) proposed a mechanism that generates a series of stationary deep jets at fixed distances from the equator.

A number of mechanisms have been proposed to explain the existence and the properties of these deep jets, some of them suggesting that the positions and strengths of the jets are determined by external forcing (“deterministic”) and others, that they are (or should be) only statistically determined (“stochastic”).

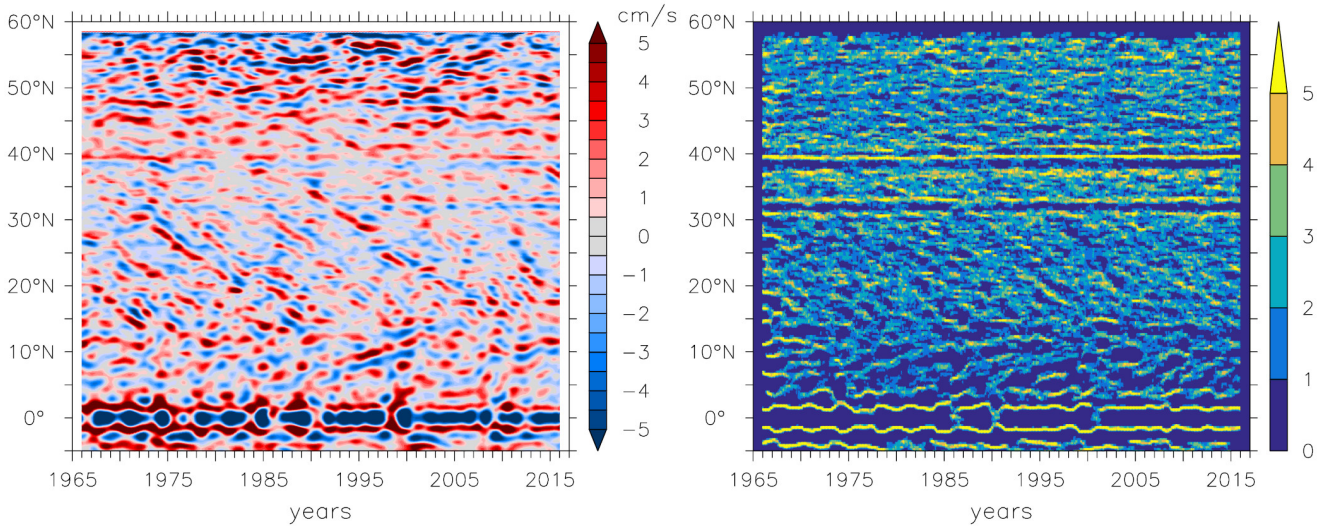
To determine how deterministic the deep jets are, we use a 10-member ensemble of runs of OFES 2, an OGCM for the Earth Simulator version 2, which is a semi-global model with a 0.1º horizontal resolution. Its surface forcing is based on JRA55-do, a timeseries of atmospheric conditions derived from a reanalysis product. The ensemble runs are started from the beginning of 1965 and extended to the end of 2016; their difference comes solely from slight differences in their initial conditions.

As the left panel of the figure below shows, equatorward phase propagation of deep jets is clear between 20º–30ºN, whereas poleward propagation is discernible between 5º–15ºN. Along 33º and 40ºN are rather persistent eastward jets flanked by westward jets on their equatorward sides. North of 40ºN, the jets tend to be somewhat stronger and less stable and to have shorter meridional wavelengths.

The variance among the ensemble members initially grows rapidly but stabilizes in 5–10 years (not shown). The right panel of the figure below indicates how well the positions of eastward jets agree among the ensemble members. Except for the equatorial currents (like the primary and secondary Tsuchiya Jets) and those stable jets near 33º and 40ºN, the axes of the jets more or less vary among ensemble members. Nevertheless, some coherence is also evident; in particular, the poleward-propagating jets in the 5º–15ºN band tend to agree among themselves. In the equatorward-propagating regime 20º–30ºN, coherent propagation sometimes emerges. If the tropical (equatorward of 15ºN) jets are deterministic, their migration may be due to some slow change in external forcing.

Keywords: deep jets, chaos, eddy-resolving OGCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潮汐混合によるインドネシア通過流への影響
The impact of tidal mixing on the Indonesian Throughflow

*城山 航基[1]、木田 新一郎[2]、佐々木 英治[3]、古恵 亮[3]
*Kohki Shiroyama[1], Shinichiro Kida[2], Hideharu Sasaki[3], Ryo Furue[3]

1. 九州大学大学院　総合理工学府　大気海洋環境システム学専攻、2. 九州大学　応用力学研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics Kyushu University, 3. JAMSTEC. APL

インドネシア多島海は太平洋とインド洋の二つの大洋を繋ぐインドネシア通過流が流れている海域である。直上の大気は赤道の大気大循環の中心域でもありインドネシア多島海の海面水温は雲の発達過程に重要な役割を果たしている。この海域は、海底地形が複雑なため、潮汐による鉛直混合が活発に起きていると考えられている。インドネシア通過流がこの海域を通る過程で潮汐混合がその水塊性質にどのような影響を与えるのかを調べるため、潮汐混合パラメタリゼーションの感度実験を行った準全球海洋大循環モデル　OFES2を解析した。パラメタリゼーションの有無による数値モデルの解析結果の違いによってインドネシア通過流に沿って起きる海水の温度、塩分、流速の変化を調べた。その結果、潮汐混合がインドネシア通過流に確かに影響を与えていることを確認できた。特に、海峡や浅くなっている地点（海嶺火山など）の前後での水塊性質の変化が顕著で、水塊性質の鉛直分布が均一になっていることを確認できた。これは海峡などの狭い場所を通過する時に、潮汐混合の影響を強く受けるためであると考えられるが、原因解明のためにより詳しく解析を行っていく。

キーワード：潮汐混合、インドネシア通過流
Keywords: tidal mixing, Indonesian Throughflow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

異なるデータ(NCEPNCAR及びQSCAT)から得られたOFESの結果の南太平洋における再現性の検証

Verification for subsurface oceanic structure in OFES outputs driven by different wind data sets (NCEP/NCAR and QSCAT)in the tropical Pacific Ocean

*福永 広重[1]、轡田 邦夫[1]、垣内 陽[1]、柳田 悠馬[1]、佐々木 英治[2]、笹井 義一[2]
*Hiroshige Fukunaga[1], Kunio Kutsuwada[1], Akira Kakiuchi[1], Yuma Yanagida[1], Hideharu Sasaki[2], Yoshikazu Sasai[2]

1. 東海大学、2. 海洋研究開発機構
1. Tokai University, 2. JAMSTEC

１　はじめに

ＯＦＥＳは海洋循環と海洋構造を、海面フラックス（運動量、熱、淡水）を入力することで高解像度に再現する数値モデルである。異なる海上風データセットであるＮＣＥＰとＱＳＣＡＴによって駆動された２種類のＯＦＥＳrun（ＮＣＥＰrun及びＱＳＣＡＴrun）の相互比較では、表層水温がほぼ同様であるのに対して、海洋内部の亜表層（１００ｍの深度）において、北半球では１０°Ｎ付近でＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunよりも水温構造が約５０ｍ浅い。また、東岸からの地衡流量の鉛直積分流量も異なる（ＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunよりも１０Sv大きい）(Kutsuwada et al .,2018)。

本研究では、北半球で確認された両ｒｕｎの水温構造の違いや、鉛直積分流量の東岸からの積分値における違いが南半球においても同様に表れるかを検証した。また、比較としてArgo観測データから格子化されたＭＯＡＡ－ＧＰＶを用いた。

２　使用データ

ＯＦＥＳは、NOAAによって開発されたModular Ocean Model ver.3に基づきJAMSTECによって開発された高解像準全球海洋大循環モデルである。海面フラックスデータを入力して、高い時空間解像度で海洋循環場及び海洋構造の再現を可能にした。ＯＦＥＳの駆動外力として、NCEP/NCARにより作成された再解析データ及び、人工衛星QSCAT(QuikACAT)の散乱計データセットを与えている。

空間解像度は水平方向には0.1°×0.1°のものを1°×1°に平均した。鉛直方向には海面(2.5m)から6065mまでで間隔が5mから330mまで変化する54層のものを秋間法(Akima, 1970)を用いて10m間隔の補間を行った。

３　解析方法

水温T(℃)、塩分S(PSS)から求めた海面力学高度偏差を用いて、海面から水深ｈまで鉛直積分した地衡流量を算出した。その際、無流面を2000mとした。スベルドラップ流量は海面から無流面（風成循環が及ぶ最大深度）までの鉛直積分流量に相当し、コリオリパラメーターと海面応力の東西成分によって求められるエクマン層内の流量と地衡流の鉛直積分流量の和で表される。

本研究では、海洋データから得られる地衡流量と海上風データから得られる風成駆動流量が一致するかを見る。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

４　結果

水温構造は１０°Ｓ付近においてＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunよりも約５０ｍ浅く、東西積分流量は同緯度帯でＮＣＥＰrunがＱＳＣＡＴrunより１０Sv小さい値となった。また、ＭＯＡＡ－ＧＰＶとの比較では、ＱＳＣＡＴｒｕｎの水温は２００ｍ付近まで良く一致する一方、ＮＣＥＰｒｕｎは５０～４００ｍで低く、東西積分流量は、ＱＳＣＡＴrunがＭＯＡＡ－ＧＰＶにほぼ一致する。以上より、北半球と同様に南半球においてもＱＳＣＡＴｒｕｎはＮＣＡＰｒｕｎよりも再現性が高いと言える。

両ｒｕｎを駆動する風応力回転場の東西平均値の南北分布プロファイルの比較では、１０°Ｎ付近に見られる正の極大値がＮＣＥＰはＱＳＣＡＴよりも大きく、１０°Ｓにおける負の極大値も同様な特性が見られる。亜表層構造の違いも１０°Ｎと１０°Ｓで見られることから、亜表層構造の風応力への依存性が強く示唆される。また、ＱＳＣＡＴｒｕｎによる地衡流量と風データから算出した風成駆動流量が低緯度帯ではほぼ一致することから、同緯度帯ではスベルドラップ平衡が成立することが確認できた

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋波浪データの漂流ブイ,係留式GPSブイ,再解析データの相互比較
Inter-comparison of ocean wave data from drifting buoys, moored GPS buoys and reanalysis data

*久木 幸治[1]
*Yukiharu Hisaki[1]

1. 琉球大学
1. University of the Ryukyus

Observation of surface wave data such as wave height and period are important for practical and scientific purposes. However, wave observations by moored buoys around Japan are only by GPS buoys, which are located about 10 km from the coast. The observations of wave heights and periods by Japan Meteorological Agency (JMA) drifting buoys were conducted from 2000. Wave data from drifting buoys are inter-compared with GPS buoys and ERA-Interim reanalysis data. The GPS wave data are compared with those from drifting buoys and ERA-Interim data, when a drifting buoy is close to a GPS buoy position, and the number of comparison is limited. The data period of wave data of drifting buoys and ERA-Interim data is from 2000 to 2018. The agreement of wave heights between from GPS and drifting buoys is better than that between from GPS and ERA-Interim data. The agreement of wave periods between from GPS and drifting buoys is not much better than that between from GPS and ERA-Interim data. There are cases that wave periods by drifting buoys are much longer than those from GPS buoys. The dependency of wave parameter differences between from drifting buoys and ERA-Interim data on drifting buoy speeds is investigated.
The drifting current components to the mean wave directions are evaluated from the drifting currents estimated from the drifting buoy positions and the ERA interim mean wave directions.
The differences of wave heights between from drifting buoys and ERA-Interim data are larger as faster current speeds.
The ERA-Interim wave heights are underestimated when current directions are opposite to mean wave directions. The ERA-Interim wave heights are overestimated current directions are following to wave directions. The ratio as drifting wave period/ERA-Interim wave period is smaller as increasing opposing current component, which is consistent with the Doppler shift.

キーワード：波高、周期、漂流ブイ
Keywords: wave height, wave period, drifting buoy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

黒潮続流周辺海域における渦の併合, 分離について
Merge and Separation of ocean eddies around the Kuroshio Extension

*松橋 孝太朗[1]、植原 量行[1]
*koutarou matsuhashi[1], Kazuyuki Uehara[1]

1. 東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻
1. The Graduate School of Marine Science Technology

海洋中規模渦は流れの状態を複雑にし, 大循環の場に非定常な特性をもたらすと同時に, 熱や物質輸送に重要な役割を果たしていると考えられており, 中規模渦の動態と役割を解明することは, 海洋物理学の主要な課題の一つである.特に黒潮続流周辺海域は黒潮続流の蛇行に伴って中規模渦活動が極めて活発な海域であり, 黒潮続流から切離されてできる比較的長い期間存続する渦が多数見られる.それゆえこの海域では２つの渦が一つの渦に併合する現象や, 一つの渦から２つの渦に分離する現象が頻繁にみられる.Matsuoka et al. (2016)は, 1/30 ∘の高解像度海洋大循環モデルを用いて渦の抽出とトラッキングを行い, モデル内における渦の併合, 分離する現象を調べて可視化した.本研究では, Matsuoka et al. (2016) の渦の併合, 分離のclassificationを参考にし, AVISOの海面高度偏差データを用いて,渦を抽出するための物理パラメータである速度勾配テンソルの第2不変量(これは非発散場においてOkubo-Weissパラメータと等価である)と, 海面高度偏差場の等高線から求められる幾何学的な渦抽出法を併用することで渦の併合, 分離を定義し, また比較的長く存続する渦を対象にすることで追跡を容易にした．これらの方法を用いて, 黒潮続流周辺海域において比較的長期間存続する渦を対象に, 併合, 分離イベントの前後における物理パラメータの変化について議論する.

キーワード：中規模渦
Keywords: messoscale eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

OGCMと粒子追跡法を用いた137E測線に到達する水塊における中規模渦に捕捉された輸送の影響の評価

Influence of eddy-trapped water mass reaching 137E survey line using OGCM and a particle-tracking method

*中野 英之[1]、辻野 博之[1]、坂本 圭[1]、浦川 昇吾[1]、豊田 隆寛[1]、山中 吾郎[1]、松村 義正[2]
*Hideyuki Nakano[1], Hiroyuki Tsujino[1], Kei Sakamoto[1], Shogo Urakawa[1], Takahiro Toyoda[1], Goro Yamanaka[1], Yoshimasa Matsumura[2]

1. 気象研究所、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Atmosphere and ocean research Institute, the University of Tokyo

水塊形成および輸送に関して中規模渦が大きな役割を示していることは知られている。近年では、中規模渦に捕捉されて輸送される水塊の見積もりがなされており(例えばZhang et al 2014)、平均流に匹敵する量が運ばれているという試算もある。ただし、これらは衛星観測と理想的な渦の鉛直構造を仮定した見積もりであり、直接的な見積もりではない。この研究では、中規模渦を解像できる海洋大循環モデル(OGCM)と粒子追跡法の組み合わせにより、どの水塊に属する粒子がどのような形態で輸送されるかを定量的に診断することを試みる。ここでは137Eの子午面に到達する水塊についての中規模渦の役割について着目する。137E側線は気象庁により50年以上にもわたり維持された測線であり、また渦活動の重要性も指摘されているからである。具体的には137E 度の子午面断面に一グリッドあたり49個で合計約100万個の粒子を1993年から2017年まで毎年8月13日に撒き、解像度1/10のOGCMの日平均の計算結果をオフラインで用いた粒子追跡法により、混合層に達するまで逆追跡をおこなった。137Ｅ測線に達する粒子の軌道から、中規模渦に捕捉されて移動している水塊(渦捕捉)と、それ以外(渦非捕捉)に分類した。水塊の判別は混合層に達したときの温度、PV, 場所等で判定した。渦捕捉はOkubo-Weiss parameter を用いて判定した。Tropical Water (TW) 、Subtropical Mode Water(STMW), Eastern Subtropical Mode Water (ESTMW), Lower Central Mode Water (L-CMW) など代表的な水塊の分布は十数年変動も含めてほぼ現実的に再現されていた。TW は形成時には2割が中規模渦中に存在し、さらにそのうち6割が高気圧性渦であった。TWでは形成域から137Eに達したもののうち、約一割) が渦捕捉の状態で運ばれてきた。渦捕捉の軌跡は渦非捕捉のものが亜熱帯循環を反映した西南西方向であったのに対して、ほぼ真西方向であった。形成領域からの到達時間は両者でほぼ同程度であったが、平均流が東向きとなる亜熱帯反流の場所では渦捕捉の水塊の方が速く到達した。STMW では形成時に約3割が渦捕捉で、そのうち高気圧性の割合は8割程度であった。137Eに到達した水塊のうち渦捕捉の割合は約一割であった。STMW においては渦捕捉の方が到達に時間がかかるようになっており、その軌跡は単純な西方向ではなかった。ESTMW やL-CMW において形成時は2割弱が渦捕捉の形で存在し、高気圧性と低気圧性の割合はほぼ同じであった。渦捕捉の水塊の軌跡はTWと同じく、東西方向に卓越した構造を示したが、渦捕捉で到達した割合は5%以下であり、渦捕捉の方が137Eまでの到達に時間がかかった。これらの137Eに達する水塊のうち、5－10%が渦捕捉で到達するという見積もりは、過去の研究で時々主張される量よりも小さく思えるかもしれない。これらの差異についても議論する。

キーワード：中規模渦、水塊、粒子追跡法
Keywords: mesoscale eddy, watermass, particle tracking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

簡易気候モデルを用いた氷期気候における海洋深層循環の変動に関する研究

A study on the variability of the deep ocean circulation during glacial climate with a climate model of intermediate complexity

*安藤 大悟[1]、岡 顕[1]
*Taigo Ando[1], Akira Oka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

氷床コアから過去の気候を復元することによって、氷期にはDansgaard-Oeschger(D-O)振動とよばれる急激な気候変動があり、グリーンランドではD-O振動によって数十年のうちに気温が約10℃変動したことが分かっている。D-O振動には大西洋子午面循環の変動が関わっていることが多くの先行研究によって指摘されているが、その変動の詳細はいまだ明らかになっていない。従来のモデリング研究では、D-O振動を含む大西洋深層循環の変動は主に氷床融解による北大西洋の深層水形成域への淡水流入によって駆動されていると考えられてきた(e.g. Rahmstrf, 2002)。しかし、近年における大気海洋結合大循環モデルを用いた研究で外力として氷床融解水を与えない場合でもD-O振動のような気候変動が起きうることが報告されており(Peltier and Vettoretti, 2014; Brown and Galbraith, 2016)、海洋を中心とした大気海氷海洋結合系の内部にD-O振動を引き起こすメカニズムが含まれているという考え方が広がりつつある。しかしながら、大気海洋結合大循環モデルで再現される内部振動の解析はまだ十分には行われていない。全球結合モデルは様々な大気海洋のプロセスを組み込んでいるため、計算負荷が大きく、D-O振動に関わるメカニズムを特定するための感度実験を行うことも困難であった。一方で、より単純化して計算負荷を落としたモデルによる先行研究も行われているものの、気候の再現性に問題があった。

そこで本研究では、大気をエネルギーバランスモデルとして簡略化したモデル(MIROC-lite, Oka et al., 2011, 2017)を改良し、大気海洋結合大循環モデル(MIROC, Hasumi and Emori, 2001)の結果を用いることで同等の再現性を確保したモデルを開発し、そのモデルを使用して氷期気候のシミュレーションを行った。本モデルはエネルギーバランスに基づいて大気温度を予報しており、海洋モデルのみでの実験に比べて大気海洋間の熱的フィードバックをより適切に表現できるため、大気海洋結合大循環モデルで再現される自発的振動の解析にも用いることができると期待される。本発表ではモデルのシミュレーション結果を報告するとともに、それらの結果からD-O振動のメカニズムについて議論する。

キーワード：氷期気候、海洋深層循環、気候モデル
Keywords: glacial climate, deep ocean circulation, climate model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 105 1F

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)、座長:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、森川 徳敏(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)

気圏・水圏・地圏における陸水循環ならびにそれに伴う物質循環のプロセスの解明を目的とした同位体水文学的研究は，現在，陸水学，地球化学，地形学，火山学，気象学，農学，林学，土木工学，衛生工学，生態学，土壌学等の多様な分野で行われている．本セッションでは，各分野における研究成果を持ち寄ることによって，同位体水文学研究の最新の知見の集積を図るとともに，異分野の活動を有機的・横断的に結びつけ，新しい同位体トレーサーの発見，新たな研究領域の開拓，社会への応用を促進することを目的とする．一般水質や微量成分等に基づく研究でも，同位体を用いた水・物質循環研究に貢献あるいは発展する可能性のあるものであればこれを歓迎する．

9:00 ~ 9:30

[AHW24-01] 安定同位体比を用いた植物による硝酸態窒素利用の実体解明

★招待講演

*木庭 啓介[1] (1.京都大学生態学研究センター)

9:30 ~ 9:45

[AHW24-02] 複数の環境トレーサー分析と物質移行解析を用いた京都盆地における地域的大気六フッ化硫黄濃度の時間変化の復元

*柏谷 公希[1]、堀 太至[1]、硲 隆太[2]、佐久間 洋一[3]、小池 克明[1] (1.京都大学、2.大阪産業大学、3.東京工業大学)

9:45 ~ 10:00

[AHW24-03] 沖縄の降水の^{17}O-excess値を用いた水蒸気起源における相対湿度の定量的な復元

上地 佑衣菜[1]、*植村 立[1] (1.琉球大学　理学部)

10:00 ~ 10:15

[AHW24-04] Identification of deep groundwater recharge system in an intermontane basin

*中村 高志[1]、西田 継[1]、Mohamad Naim[2]、Shakya Man Bijay[1]、浅井 和由[4]、Shrestha Das Sresh[3] (1.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター、2.山梨大学、3.トリブワン大学・地質学科、4.株式会社　地球科学研究所)

10:15 ~ 10:30

Discussion

安定同位体比を用いた植物による硝酸態窒素利用の実体解明
The use of natural abundances of stable isotopes to elucidate the nitrogen dynamics in plant-soil systems

*木庭 啓介[1]
*Keisuke Koba[1]

1. 京都大学生態学研究センター
1. Center for Ecological Research, Kyoto University

軽元素の安定同位体比は物質循環解析に強力なツールではあるものの、同位体分別というブラックボックスのために、その解析は多くの場合、半定量的なものにとどまってしまいます。残念なことではあるが、一方でたとえば窒素循環のようにプールの回転速度が早く、プールの濃度変動からフラックスを類推することが困難である循環系では、半定量的な解析であるとしても、その開先に寄ってこれまで考えられてこなかったフラックスの重要性を明らかにするというような形で、循環系の理解を大きくすすめることができる可能性がある。本発表では通常のプール情報からでは見逃しがちなフラックスの重要性を明らかにした例としてアラスカツンドラ生態系での硝酸態窒素についての報告を行う。植物体内に残された微量の硝酸態窒素の窒素酸素安定同位体比の測定から、ツンドラ土壌ではほとんど検出されない硝酸態窒素が実は生産され消費されているという、「見えなかった」硝酸態窒素に関するフラックスをどのように追跡したかについて発表させていただく。

キーワード：安定同位体、硝酸態窒素
Keywords: stable isotopes, soil nitrate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数の環境トレーサー分析と物質移行解析を用いた京都盆地における地域的大気六フッ化硫黄濃度の時間変化の復元

Reconstruction of local temporal variation on atmospheric sulfur hexafluoride concentration in the Kyoto Basin by multiple environmental tracer and mass transport analyses

*柏谷 公希[1]、堀 太至[1]、硲 隆太[2]、佐久間 洋一[3]、小池 克明[1]
*Koki Kashiwaya[1], Taishi Hori[1], Ryuta Hazama[2], Yoichi Sakuma[3], Katsuaki Koike[1]

1. 京都大学、2. 大阪産業大学、3. 東京工業大学
1. Kyoto University, 2. Osaka Sangyo University, 3. Tokyo Institute of Technology

Groundwater is a valuable water resource and understanding groundwater flow regime is indispensable to maintain its quantity and quality at favorable conditions and to achieve its sustainable use. Residence time is an indicator reflecting flow regime of groundwater and various environmental tracers can be used to estimate residence time. Sulfur hexafluoride (SF_6) is one of such dating tracer and is frequently used to estimate residence time of relatively young groundwater. SF_6 residence time is estimated by comparing temporal variation curve of atmospheric SF_6 concentration with concentration obtained from measurement of groundwater sample. Groundwater dating with SF_6 is sometimes difficult in urban areas because of locally elevated atmospheric SF_6 concentration and/or contamination. If local temporal change of atmospheric SF_6 concentration can be reconstructed, and if contaminated samples can be detected, they help to increase accuracy of groundwater dating with SF_6. Therefore, we tried to estimate local temporal change of atmospheric SF_6 concentration in the Kyoto Basin. Groundwater samples were collected from 47 wells in the basin and concentrations of tritium and SF_6 were determined. Air samples were also collected at three points to reconstruct the variation curve. Additionally, groundwater flow and mass transport analyses were conducted using MODFLOW and MT3DMS. The groundwater flow and mass transport models were calibrated by comparisons with actually measured water levels and tritium concentrations. Several temporal variation curves of local temporal variation on atmospheric SF_6 concentration were considered, and using these curves, mass transport analysis of SF_6 was conducted. Finally, the calculated and actually measured SF_6 concentrations in groundwater were compared and the temporal variation curve with which error between the calculated and measured values was minimum was selected. In the presentation, residence time of groundwater in the Kyoto Basin is presented and plausibility of the selected temporal curve is discussed.

キーワード：地下水、滞留時間、六フッ化硫黄、トリチウム、物質移行解析
Keywords: Groundwater, Residence time, Sulfur hexafluoride, Tritium, Mass transport analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄の降水の^{17}O-excess値を用いた水蒸気起源における相対湿度の定量的な復元

Quantitative reconstruction of the humidity in the moisture source region based on the ^{17}O-excess in precipitation on a subtropical island

上地 佑衣菜[1]、*植村 立[1]
Yuina Uechi[1], *Ryu Uemura[1]

1. 琉球大学　理学部
1. University of the Ryukyus

近年、酸素17（δ^{17}O）の高精度測定が可能になり、δ^{18}Oとδ^{17}Oを組み合わせた^{17}O-excessという指標が提案された。降水の^{17}O-excessの変動は、海洋上の蒸発における分子拡散により生じると考えられており、相対湿度を示す指標として注目されている。しかし、その後の観測データからは、起源海域の湿度以外の影響（雨滴の再蒸発等）があることが示唆されている。これらの研究では南極・北極や砂漠地帯など極端な場所での研究例が多く、降水の^{17}O-excessから復元した湿度を観測的に検証した例はない。そこで本研究では、湿度が高く、雨滴の再蒸発の影響が小さいと予想される沖縄島降水の^{17}O-excessを測定し、復元した蒸発時の湿度を観測された海洋上の湿度と比較し検証した。

沖縄本島の降水の^{17}O-excessは明確な季節変動を示した。この降水の^{17}O-excess値から蒸発モデルを使用して、蒸発起源海域の相対湿度（h_n）を復元したところ、^{17}O-excessに基づくh_nの値は、降水の起源海域の海洋上で観測されたh_nと誤差範囲内で一致した。様々なバイアス（閉鎖系の仮定、降水形成時の効果、海水の^{17}O-excess値）を考慮しても復元したh_nは、起源海域におけるh_nと整合的であった。したがって、沖縄本島の降水の^{17}O-excessは分子拡散による同位体分別の強弱、つまり降水の起源海域のh_nによって、変動していると考えられる。この結果は、湿潤な熱帯および亜熱帯地域における^{17}O-excessは、降水の起源海域の相対湿度を定量的に復元することが可能なユニークなトレーサーであることを示している。また、鍾乳石中の流体包有物および炭酸カルシウムの中の^{17}Oの分析によって過去の気候変動の定量的復元に対しても有用であることを示唆している。

文献
Uechi, Y. and R. Uemura, Dominant influence of the humidity in the moisture source region on the ^{17}O-excess in precipitation on a subtropical island, Earth and Planetary Science Letters, in press.

キーワード：17O、安定同位体、モンスーン、降水
Keywords: 17O, stable isotope, monsoon, precipitation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Identification of deep groundwater recharge system in an intermontane basin

*中村 高志[1]、西田 継[1]、Mohamad Naim[2]、Shakya Man Bijay[1]、浅井 和由[4]、Shrestha Das Sresh[3]
*Takashi Nakamura[1], Kei Nishida[1], Naim Mohamad[2], Bijay Man Shakya[1], Kazuyoshi Asai[4], Sresh Das Shrestha[3]

1. 山梨大学大学院・国際流域環境研究センター、2. 山梨大学、3. トリブワン大学・地質学科、4. 株式会社　地球科学研究所
1. ICRE, University of YAMANASHI, 2. University of Yamanashi, 3. CDG, Tribhuvan University, 4. Geo-Science Laboratory

This study focuses on identifying the deep groundwater recharge system in Kathmandu Valley, Nepal using various environmental tracers. The Kathmandu Valley is one of the largest intermontane basin that covers an area of 625 km^2. The average altitude of the valley floor is 1350 m above sea level and is surrounded by the hills rising more than 2800 m. Rainfall in the basin is mostly seasonal with roughly 80% of the 1755 mm average annual total arriving between June and September during monsoon season. Groundwater samples were collected from 10 deep tube wells covering almost all parts of the valley and 2 shallow dug wells located at the central part of the valley. All the collected samples were then subjected to the analysis of major dissolved ions, hydrogen and oxygen stable isotopes and radiocarbon.

Groundwater ion composition using Hexa-diagram showed that the deep groundwater of the Kathmandu Valley tends to be relatively young in the outer peripheral area. Meanwhile for the groundwater located in the central area tends to be older. However, for the shallow wells located at the central area, the higher values of ion composition were derived from the effect of human activities. Relatively high pMC values obtained from radiocarbon were detected from the shallow groundwater at central part of the valley and from the deep groundwater samples those were collected from the peripheral area. On the other hand, the deep groundwater at the central part of valley was observed with low pMC values.

Relatively heavier stable isotopes of hydrogen were observed from both the deep groundwater and the shallow groundwater in the central part of the valley. Along with the pMC values, these results also suggests the possibility of vertical groundwater recharge from the shallow groundwater to the deep groundwater in central part of the valley. However, isotopically depleted groundwater recorded from the peripheral areas also concludes the recharge in this basin occurs from the mountain areas.

AKNOWLEDGMENTS: This study was supported by the JSPS KAKENHI Grant Number is 18K11617. It was also partly supported by the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development Program (SATREPS, Project Manager: Professor Narendra Man Shakya and Professor Futaba Kazama) of the Japan International Cooperation Agency (JICA)/Japan Science and Technology Agency (JST).

キーワード：Groundwater recharge、water quality、Hydrogen and oxygen stable isotope、Radiocarbon、Kathmandu Valley, Nepal
Keywords: Groundwater recharge, water quality, Hydrogen and oxygen stable isotope, Radiocarbon, Kathmandu Valley, Nepal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 105 1F

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)、座長:森川 徳敏(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、浅井 和由(地球科学研究所)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門深部流体研究グループ)

気圏・水圏・地圏における陸水循環ならびにそれに伴う物質循環のプロセスの解明を目的とした同位体水文学的研究は，現在，陸水学，地球化学，地形学，火山学，気象学，農学，林学，土木工学，衛生工学，生態学，土壌学等の多様な分野で行われている．本セッションでは，各分野における研究成果を持ち寄ることによって，同位体水文学研究の最新の知見の集積を図るとともに，異分野の活動を有機的・横断的に結びつけ，新しい同位体トレーサーの発見，新たな研究領域の開拓，社会への応用を促進することを目的とする．一般水質や微量成分等に基づく研究でも，同位体を用いた水・物質循環研究に貢献あるいは発展する可能性のあるものであればこれを歓迎する．

10:45 ~ 11:15

[AHW24-05] 長野県大鹿村における有馬型塩水の湧出量推定

★招待講演

*楠原 文武[1] (1.電力中央研究所)

11:15 ~ 11:30

[AHW24-06] 阿蘇火山の火口湖「湯溜り」のマグネシウム収支から推定される湖底下熱水活動

*大沢 信二[1]、齋藤 武士[2]、網田 和宏[3] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）、2.信州大学学術研究院理学系、3.秋田大学大学院理工学研究科)

11:30 ~ 11:45

[AHW24-07] 四万十川河川水の化学組成および水素・酸素同位体比の空間分布

*高橋 正明[1]、清水 日奈子[1]、風早 康平[1]、安原 正也[2,1] (1.産業技術総合研究所、2.立正大学地球環境科学部)

11:45 ~ 12:00

[AHW24-08] 都市の浅層地下水の起源に関する同位体的研究―東京都品川区を例として―

*安原 正也[1]、稲村 明彦[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4] (1.立正大学地球環境科学部、2.（国）産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3.山梨大学国際流域環境研究センター、4.（株）地球科学研究所)

12:00 ~ 12:15

Discussion

長野県大鹿村における有馬型塩水の湧出量推定
The discharge rate of the Arima-type deep brine discharge in Ooshika-mura, Nagano Prefecture

*楠原 文武[1]
*Fumitake Kusuhara[1]

1. 電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

有馬型温泉は，沈み込んだスラブ中の鉱物から脱水した水（ここでは「有馬型塩水」と呼称）を起源とすると考えられており，特にその地表での湧出量は，沈み込み帯における水循環の定量的な理解に向けて重要なパラメータである。しかし，有馬型塩水の化学・同位体組成が明確になっていないため，水文学的実測値から湧出量を推定した研究はほとんど例がない。

長野県南部に位置する大鹿村では，有馬型温泉の一つである鹿塩（かしお）温泉を始めとして村内の複数地点において，有馬型塩水と天水が混合して湧出していることが知られており，それらは最終的に村内を流れる4河川に流入していると考えられる。本研究では，各河川の上流～下流の複数地点において河川水の流量とCl濃度を測定した。鹿塩温泉において，天水が混合する前の有馬型塩水のCl濃度を推定した先行研究の結果を適用することによって，各地点における有馬型塩水の流量を推定した。この推定値は，当該地点より上流の流域内における有馬型塩水の湧出量とみなすことができる。

各河川の最下流における有馬型塩水の流量を合計することで，大鹿村内における有馬型塩水の湧出量の合計は約0.8 L/sと推定された。この値は，先行研究で実施された，スラブから脱水・上昇する水のフラックス値のモデル計算結果と矛盾しない。また，村内で湧出している有馬型塩水の50%以上が，塩川と鹿塩川の合流点から数km以内の地域で湧出していることが示された。この地域は，塩川が彫り込んだ谷を中央構造線の断層面が横断する地質構造となっており，先行研究で示された，近畿地方の中央構造線付近における有馬型塩水の流出経路モデルと調和的である。

キーワード：スラブ起源流体、湧出量、中央構造線、地質構造、鹿塩
Keywords: slab-derived fluid, discharge rate, Median Tectonic Line, geologic structure, Kashio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇火山の火口湖「湯溜り」のマグネシウム収支から推定される湖底下熱水活動

Sublacustrine hydrothermal system of the active crater lake, Yudamari of Aso Volcano inferred from Mg budget of the lake

*大沢 信二[1]、齋藤 武士[2]、網田 和宏[3]
*Shinji Ohsawa[1], Takeshi Saito[2], Kazuhiro Amita[3]

1. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）、2. 信州大学学術研究院理学系、3. 秋田大学大学院理工学研究科
1. Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Academic Assembly School of Science and Technology, Shinshu University, 3. Graduate School of Engineering Science, Akita University

阿蘇火山の中岳第一火口に形成される火口湖「湯溜り（ゆだまり）」は，湖水の表面流出は存在せず，高温で酸性が強く，塩化物イオン（Cl）やマグネシウムイオン（Mg）などの多量の溶存成分を含む．この様な水質は，湖水が湖底に噴出する火山ガスの影響を受けて形成されている．私たちは，湯溜りの同位体組成（δDとδ^{18}O）の解析から，極端に酸性になった湖水が岩石成分を溶脱させる際にδ^{18}Oの交換が起こり，水同位体組成に大きな変化が起こったことを見出した（昨年2018年の同セッションで発表）．この湖水が極端に酸性となった期間には，湖の体積や水収支が詳しく求められており（齋藤ほか，2008），そこに報告されている水文パラメータ等を含めて湖水のMg収支の計算を行ったところ，１日あたり5～10トンという多量のMgが岩石から湖水へ溶出していると結果が得られた．酸性溶脱を受ける元の岩石の化学組成と密度をある値に仮定して，そのMg溶脱量を岩石の体積に換算すると50～200立方メートルとなり，これは１辺が3～6mの立方体の岩石がわずか１日で完全に変質するという驚くべき現象である．このような膨大な量の岩石成分の溶出は，湖底表面だけでの溶脱反応では到底追いつかず，湖水が循環して連続的に岩石と反応するシステム，例えば，湯溜りと同様な活動的火口湖（active crater lake）と呼ばれる高温強酸性火口湖の湖底下にしばしば想定されるような湖水が循環する熱水系の存在を強く支持する．

キーワード：阿蘇火山、火口湖、マグネシウム収支、酸性溶脱、湖底下熱水活動
Keywords: Aso volcano, active crater lake, magnesium budget, acid leaching, sublacustrine hydrothermal system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四万十川河川水の化学組成および水素・酸素同位体比の空間分布
Spatial distribution of chemical compositions, hydrogen and oxygen isotopic ratios of stream water of the Shimanto River area, southwestern Japan

*高橋 正明[1]、清水 日奈子[1]、風早 康平[1]、安原 正也[2,1]
*Masaaki Takahashi[1], Hinako Shimizu[1], Kohei Kazahaya[1], Masaya Yasuhara[2,1]

1. 産業技術総合研究所、2. 立正大学地球環境科学部
1. The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Rissho University

2007年12月14～18日、2008年11月22～26日、および2009年12月12～17日に、四万十川水系およびその周辺の小河川（高知県西部および愛媛県南部）の101箇所より109試料を採取し、その水素および酸素同位体比の分析を行った。地理学的パラメータとして緯度（LAT）、標高（ELV）および内陸度（DS）、気象学的パラメータとして年平均気温（MAT）および年平均降水量（MAP）を用い、四万十地域の河川水のδD、δ^{18}Oデータとの関係について考察した。その結果、地理学的パラメータとしてELVおよびDS、気象学的パラメータとしてMAPを説明変数として用いると、四万十地域の河川水のδD、δ^{18}Oの空間分布を詳細に示すことができることがわかった。

キーワード：四万十川河川水、水素･酸素同位体比、高度効果、降水量（雨量）効果、内陸効果
Keywords: stream water of the Shimanto River, hydrogen and oxygen isotopic ratio, altitude effect, amount effect, inland effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

都市の浅層地下水の起源に関する同位体的研究ー東京都品川区を例としてー

An isotopic study on shallow groundwater origins in a densely-populated area in Shinagawa, central Tokyo, Japan

*安原 正也[1]、稲村 明彦[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4]
*Masaya Yasuhara[1], Akihiko Inamura[2], Takashi Nakamura[3], Kazuyoshi Asai[4]

1. 立正大学地球環境科学部、2. （国）産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3. 山梨大学国際流域環境研究センター、4. （株）地球科学研究所
1. Rissho Univ., 2. Geological Survey of Japan, AIST, 3. Yamanashi Univ., 4. Geo Science Laboratory

近年，都市の地下水は大規模災害時の非常用水源（防火用，生活用，飲料用）として，また親水環境の保全や創生，ヒートアイランド現象の緩和といった各種取り組みを推進する際の環境用水源としてその重要性がクローズアップされている．都市にとって自己水源である地下水を将来にわたり適切にかつ有効に利用してゆくためには，質と量の両面からその実態を正確に理解しておくことが必要である．しかし，都市の地下水の水質についてはこれまでいくつか詳細な報告（たとえば，黒田ほか，2007；安原ほか，2014）がある一方で，地下水の起源をはじめとする量的な検討は進んでいないのが現状である．

そこで，都市の地下水の形成に果たす1）降水浸透水，2）水道漏水，3）下水漏水の役割を地球化学的手法に基づいて定量化することを目的に，東京都品川区北品川ならびに南品川の人口密集地帯（南北約1 km，東西約500 m）の浅層地下水を対象に予察的な研究を実施した．同地域の浅層地下水は関東ローム層あるいは埋立土層中に賦存し，地下水面は地表面下数m程度にあるものと考えられる．2016年4月に採水した井戸水の分析結果から，南北約1 km，東西約500 mという非常に狭い範囲であるにもかかわらず，同地域の浅層地下水は電気伝導度：28 mS/m～70 mS/m，アンモニウムイオン濃度：0.0 mg/L～9.1 mg/L，硝酸イオン濃度：0.1 mg/L～36.2 mg/L，塩化物イオン濃度：4.8 mg/L～46.6 mg/L，酸素同位体比：-8.7‰～-7.4‰と，その地球化学的性状は著しく不均質であることが明らかとなった．この事実は，都市の地下水はその起源としてpoint sourceに依存するところが大きいことを示唆している．塩化物イオン濃度と酸素同位体比に基づく降水浸透水，水道漏水，下水漏水をエンドメンバーとする3成分混合解析の結果，同地域の浅層地下水の形成に果たす下水漏水の寄与率は最大で70%と推定された．同時に，地表面の大部分が不透水性であるにもかかわらず，浅層地下水の形成に果たす降水浸透水の役割が80%以上と非常に大きい地点も存在することが明らかとなった．今後，窒素・硫黄等の同位体トレーサーの測定や地下水の起源となる上記3成分の相対的重要性の季節変化の調査を通じて，都市の地下水の形成プロセスをさらに詳細に評価・検討してゆく必要がある．

キーワード：東京、浅層地下水、地下水の起源、水道漏水、下水漏水、同位体
Keywords: Tokyo, shallow groundwater, origins of groundwater, water leakage, sewage leakage, isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)

気圏・水圏・地圏における陸水循環ならびにそれに伴う物質循環のプロセスの解明を目的とした同位体水文学的研究は，現在，陸水学，地球化学，地形学，火山学，気象学，農学，林学，土木工学，衛生工学，生態学，土壌学等の多様な分野で行われている．本セッションでは，各分野における研究成果を持ち寄ることによって，同位体水文学研究の最新の知見の集積を図るとともに，異分野の活動を有機的・横断的に結びつけ，新しい同位体トレーサーの発見，新たな研究領域の開拓，社会への応用を促進することを目的とする．一般水質や微量成分等に基づく研究でも，同位体を用いた水・物質循環研究に貢献あるいは発展する可能性のあるものであればこれを歓迎する．

[AHW24-P01] 伊豆半島の湧水の地球化学的特性

*浅井 和由[1]、浅井 和見[1] (1.株式会社　地球科学研究所)

[AHW24-P02] 長野県上田市，黄金沢川の酸性河川水と扇状地の浅層地下水の水質について

髙橋 蘭[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.山梨大学国際流域環境研究センター、4.（株）地球科学研究所)

[AHW24-P03] 赤城山の山頂に出現する一時的な湖沼「血の池」におけるヤマヒゲナガケンミジンコの生態について

平野 有里[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、船生 泰寛[3]、岩崎 望[2]、霜田 奈積[2] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.立正大学大学院地球環境科学研究科)

[AHW24-P04] **河川の流水断面における溶存成分濃度と酸素・水素同位体比の分布 ー埼玉県福川を例としてー**

*木村 真夏[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P05] 群馬県藤岡市浄法寺地域の河川水の塩化物イオン濃度とその起源について

*長谷川 武俊[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科環境システム学専攻、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P06] Geochemical characteristics and origin of groundwater in central to eastern Hokkaido

*中垣 優盛[1] (1.千葉大学)

[AHW24-P07] Identification of hydrological characteristics on the groundwater recharge in volcanic and non-volcanic mountains

*佐野 安奈[1]、中村 高志[1]、西田 継[1] (1.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター)

[AHW24-P08] ^{222}Rn濃度を用いた増富温泉水の形成機構に関する水質化学的検討

*望月 映希[1]、早川 拓哉[1]、小林 浩[1] (1.山梨県衛生環境研究所)

[AHW24-P09] Migration Behavior of Radiocesium Derived from the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant Accident in Natsui River and Tone River

*Deddy Irawan Permana Putra[1]、Shinya Ochiai[2]、Seiichi Tomihara[3]、Shun Watanabe[4]、Kyuma Suzuki[4]、Seiya Nagao[2] (1.Kanazawa University, Graduate School of Natural Science and Technology、2.Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University、3.Aquamarine Fukushima、4.Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station)

[AHW24-P10] 溶存アルゴン濃度からみた地下水中のExcess air量の評価

*浅井 和見[1]、浅井 和由[1] (1.株式会社地球科学研究所)

伊豆半島の湧水の地球化学的特性
Geochemical features for spring at Izu Peninsula

*浅井 和由[1]、浅井 和見[1]
*Kazuyoshi Asai[1], Kazumi Asai[1]

1. 株式会社　地球科学研究所
1. Geo Science Laboratory

プレート境界に位置する伊豆半島は地質的に非常に興味深い地域である。半島の大部分は海成もしくは陸成の火山から構成されており、温泉が非常に多いのが特徴である。一方、降水量が多いこともあり、表層系の地下水の循環も盛んであり、中部の火山山麓から流出する地下水はワサビ田の水源として利用されている。著者らは2019年11月に伊豆半島を代表する湧水を採水し、その水質・同位体・CFCs, SF6について分析を実施した。本発表では伊豆半島の表層系地下水の水質特性・起源・滞留時間について検討した結果を紹介する。

キーワード：伊豆半島、湧水、水質、水の起源、滞留時間
Keywords: IZU Peninsula , spring, water chemistry, origin, residence time

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長野県上田市，黄金沢川の酸性河川水と扇状地の浅層地下水の水質について

Acidification process of shallow groundwater in an alluvial fan in Ueda City, Nagano, Japan

髙橋 蘭[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4]
Ran Takahashi[1], *Masaya Yasuhara[2], Seongwon Lee[2], Takashi Nakamura[3], Kazuyoshi Asai[4]

1. 立正大学地球環境科学部（学）、2. 立正大学地球環境科学部、3. 山梨大学国際流域環境研究センター、4. （株）地球科学研究所
1. Undergraduate student, Rissho Univ., 2. Rissho Univ., 3. Yamanashi Univ., 4. Geo Science Laboratory

長野県上田市を流れる黄金沢川の河川水は，上流の黄鉄鉱鉱床の影響により硫酸酸性を示す．そして，同河川水の伏没が原因で，黄金沢川扇状地とその周辺の浅層地下水はpH5～6程度の酸性を呈するものとされてきた（阿久津，1958）．しかし，扇状地の地形断面図や地下水面の形状からは，酸性河川水の伏没浸透が地下水水質に影響を及ぼすのは河川直近もしくはその右岸側のみと考えられる．さらに土地利用状況をみると，酸性河川水の伏没以外にも，扇状地上での盛んな農業活動（特に果樹栽培；かつては桑，現在はりんご）に伴う大量の施肥が浅層地下水の酸性化の一因となっている可能性もあることから，阿久津（1958）の説は再検討する必要がある．そこで本研究では，マルチトレーサー手法に基づき，黄金沢川扇状地と周辺の現在の水文環境を把握するとともに，酸性化を含めた浅層地下水の水質形成プロセスを明らかにすることを目的とした．

黄金沢川の河川水と浅層地下水（井戸水と湧水）を対象とした調査を2018年8～11月に実施した．その結果，1）黄金沢川左岸側の地下水は硝酸酸性を，一方右岸側の地下水は硫酸酸性を示すこと，2）黄金沢川右岸側の地下水のpHは左岸側に比べて低いこと，3）酸素（$\delta^{18}O$）・水素（δD）同位体比は右岸側の地下水の方が左岸側のそれより小さいことが明らかとなった．これは硫酸酸性でかつ同位体的に軽い黄金沢川の河川水が，主に右岸側方向に伏没浸透していることを強く示唆している．硫酸イオン（SO_4^{2-}）と硝酸イオン（NO_3^-）濃度に基づく2成分混合解析の結果，右岸側の地下水ならびに河川直近の地下水（左岸側）の形成に果たす河川水の寄与率は8～31 %と求められた．さらに，窒素（$\delta^{15}N$）と硫黄（$\delta^{34}S$）同位体比からは，有機肥料が左岸側の地下水中の窒素と硫黄の主な供給源となっていることがわかった．すなわち，浅層地下水の酸性化は，黄金沢川の右岸側は河川水の伏没，また左岸側は施肥によって引き起こされていることが明らかとなった．当日は，河川伏没水や施肥による酸性物質の負荷，さらに右岸側地下水と左岸側地下水のミキシングを含む黄金沢川扇状地とその周辺の浅層地下水の水質形成モデルを提示する．

キーワード：酸性河川水、扇状地、伏没浸透、浅層地下水、地下水の酸性化、マルチトレーサー
Keywords: acidified river water, alluvial fan, river water infiltration, shallow groundwater, groundwater acidification, multi-tracer method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

赤城山の山頂に出現する一時的な湖沼「血の池」におけるヤマヒゲナガケンミジンコの生態について

Hydroecological study on fresh water copepod in Chino-ike ('Bloody lake'), an ephemeral lake on the top of Mt. Akagi, central Japan

平野 有里[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、船生 泰寛[3]、岩崎 望[2]、霜田 奈積[2]
Hirano Yuri[1], *Masaya Yasuhara[2], Seongwon Lee[2], Yasuhiro Funyu[3], Nozomu Iwasaki[2], Natsumi Shimoda[2]

1. 立正大学地球環境科学部（学）、2. 立正大学地球環境科学部、3. 立正大学大学院地球環境科学研究科
1. Undergraduate student, Rissho Univ., 2. Rissho Univ., 3. Graduate student, Rissho Univ.

赤城山の山頂部の標高1,400 m付近に位置する「血の池」（面積約0.008 km^2）は、初夏から秋にかけて一時的に水が出現する湖沼、すなわち“ephemeral lake”として知られている。「血の池」には魚類は生息しておらず、その生態系は主にプランクトンから構成されている。その代表種が「血の池」の名前の由来ともなった赤色を呈するAcanthodiaptomus pacificus（ヤマヒゲナガケンミジンコ）である。水が出現した際にA. pacificusが大発生し、湖沼が赤く見えたことから「血の池」と呼ばれている。本研究では、このような一時的に形成される湖沼に生息するA. pacificusの生活環を中心とした生態を明らかにすることを目的とし、2018年6月2〜3日、10月16日、12月7日に現地調査を実施した。

2018年には、10月1日0：00〜10月19日10：00の期間中に最大水深98 ㎝（10月3日5：00）の湖水が出現した（船生泰寛，未公表データ）。10月16日の調査日時点の湖心の水深は37 cmであった。同日、「血の池」の13地点から、同一地点における深度方向のサンプルを含む計17試料（各1 Lの湖水を32㎛メッシュのプランクトンネットにてろ過したもの；ただし，湖心のみ4 Lをろ過）を採取し、実験室に持ち帰って試料中の個体数の測定ならびに個体の解剖を行った。また、6月および12月の調査では同じ地点において表層土壌を採取し、その中から休眠卵や休眠個体の発見を試みた。

10月16日に採取したA. pacificusは成体、幼体を合わせて7919個体であり、ほとんどはコペポダイト幼生であった。その分布は水深の深いところや溶存酸素濃度（DO）の高い地点に多い傾向を示し、最も密度の高かった湖心の水深32cm地点（湖底より5 cm上）では477個体/LのA. pacificusが確認された。門田（1971）によると、生活環の短縮が見られる湖沼の場合でも、卵からノープリウス幼生を経てコペポダイト幼生にいたるまでには約4か月弱かかるとされている。しかし、「血の池」では，コペポダイト幼生にいたるその個体成長は湖水の出現からわずか2週間程度と、さらに早い生活環を見せることが明らかとなった。また、湖水が消滅する約3日前の10月16日時点でもほとんどがコペポタイド幼生であったことから，「血の池」においてはA. pacificusは幼生の形で休眠を行っている可能性が示唆される。今後、窒素や炭素の同位体に基づく食性の解明や土壌からの休眠卵・休眠個体の発見および孵化実験を試み、湖水の消長や水質の変化といった水文学的な現象・要素も踏まえながら、「血の池」におけるA. pacificusの生態をさらに解明してゆく予定である。

キーワード：赤城山、一時的な湖沼、ヤマヒゲナガケンミジンコ、水圏生態学、休眠、炭素・窒素同位体
Keywords: Mt. Akagi, ephemeral lake, Acanthodiaptomus pacificus, aquatic ecology, diapause, carbon and nitrogen isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

河川の流水断面における溶存成分濃度と酸素・水素同位体比の分布 ー埼玉県福川を例としてー

Cross-sectional distribution in water chemistry and oxygen and hydrogen isotopic ratios in Fuku River, Saitama, Japan

*木村 真夏[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2]
*Manatsu Kimura[1], Yasuhara Masaya[2], Seongwon Lee[2]

1. 立正大学大学院地球環境科学研究科、2. 立正大学地球環境科学部
1. Graduate School of Geo-Environmental Science, Rissho University, 2. Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

河川の水環境を議論する際には，河川水中に含まれる物質の濃度だけでなく，それぞれの物質の濃度に河川流量を乗じることによって得られる負荷量を明らかにすることが不可欠である．そのためには，河川流量ならびに各物質の濃度を詳細に測定・分析し，負荷量を正確に算出することが重要となる．

負荷量を求める場合，従来は物質の濃度については河川の流水断面の1ポイントのみの試料（一般的には流水断面中央の表層付近の河川水試料）で代表させることが多く，流水断面における濃度の分布構造を明らかにした研究例はほとんど見当たらない．すなわち，採水した試料の流水断面における代表性，さらにはその濃度を流水断面の代表値として用いた場合に生ずる負荷量推定値への影響については，これまで十分な検討がおこなわれていないのが現状である．これは同位体をトレーサーに用いる場合でも同様である．

そこで，本研究では埼玉県北部を流れる福川（川幅7.7m，平均水深0.5m）において河川の流水断面の深度別採水をおこない，流水断面における主要溶存成分と溶存態重金属類の濃度分布，ならびに酸素（δ^{18}O）・水素（δD）同位体比の分布を明らかにすることを目的とした．また，流水断面中央の表層付近の試料水の濃度・同位体比をもって流水断面を代表させた場合，負荷量の推定結果にどの程度の誤差が生じるのかについて議論をおこなった．

主要溶存成分については濃度の分布パターンはイオン毎に異なるものの，いずれの溶存イオンも流水断面の水平・鉛直方向に濃度の大きな差はなかった（最大で7.2%）．対照的に，溶存態重金属類では物質毎の濃度の分布パターンはほぼ一様であったが，いずれの物質にも水平・鉛直方向に顕著な濃度差が認められた（最大で95%）．同位体比については，分布パターンは流水断面における流速のそれと類似しており，δDで数‰，またδ^{18}Oで0.3‰程度の差が同一流水断面内において認められた．

溶存物質と同位体の負荷量の算出に際して3つのケースを想定し，それぞれのケースで得られた値について比較検討をおこなった．その結果，一般的な調査・研究でよく採用される，流水断面中央の表層水試料で流水断面全体の濃度・同位体比を代表させるやり方では，負荷量を正確に評価できない場合があることが明らかとなった．この傾向は溶存態重金属類の場合にとりわけ顕著となる．河川において負荷量の検討をおこなう際には，試料水の採水ポイントや流量の算出方法について十分考慮・検討する必要がある．

今後，さらに高密度の採水と高精度の流量測定をおこない，溶存物質濃度や同位体比の流水断面における分布構造と負荷量の実態を詳細に明らかにすることが求められる．また，今回は重金属類については溶存態重金属類のみを対象としたが，将来的には懸濁態重金属類も加味した上で，重金属類の負荷量の正確な調査・推定方法を確立していく必要がある．

キーワード：河川水、流水断面、溶存成分、酸素・水素同位体、濃度分布、負荷量
Keywords: River water, River cross section, Water chemistry, Oxygen and hydrogen isotope, Cross-sectional distribution, Dissolved load

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

群馬県藤岡市浄法寺地域の河川水の塩化物イオン濃度とその起源について
On concentration and origin of chloride ion in small rivers in Jyoboji area, Fujioka, Gunma, Japan

*長谷川 武俊[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2]
*Taketoshi Hasegawa[1], Masaya Yasuhara[2], Seongwon Lee[2]

1. 立正大学大学院地球環境科学研究科環境システム学専攻、2. 立正大学地球環境科学部
1. Rissho University Graduate School of Geo-environmental Science Environmental Systems Science, 2. Rissho Univ.

群馬県藤岡市浄法寺地域（神流川左岸）の八塩温泉には自然湧出する源泉（冷泉）が8箇所存在する．高瀬（1963）によると源泉の水質はNaCl型（塩化物イオン濃度：7,670～12,560 mg/L）であり，松葉谷ほか（1985）はその水の起源を新第三紀の海水（化石海水）としている．三波川帯でしばしば認められる，地下深部から上昇してくるこのような塩化物イオンに富んだ「深部流体」の湧出経路，浅層地下水系や地表水系への混入地点，さらにそのフラックスについてはいまだに不明の点が多く，事例研究に基づく知見の集積が待たれている．本研究では，八塩温泉の脇を東流する南沢川と周辺の9つの小河川（いずれも全長1 km程度；最後は神流川に合流）を対象に，河川水の塩化物イオン濃度の測定と負荷量の算出，ならびに塩化物イオンの起源について検討を行った．エンドメンバーとなる八塩温泉源泉の調査を含む現地水文調査は，2018年8月と12月の二回実施した．

2018年8月の八塩温泉源泉の塩化物イオン濃度は4,798mg/L～11,892 mg/L，また同年12月のそれは5,162 mg/L～11,032 mg/L，一方，2018年7月の南沢川の塩化物イオン濃度は4.1 mg/L（源流部）～632.5 mg/L（最下流部），同年12月には4.0 mg/L（源流部）～213.7 mg/L（最下流部）であった．7月と12月の神流川合流前の南沢川における塩化物イオン負荷量はそれぞれ約44 kg/day，約45 kg/dayであり，季節による負荷量の大きな変化は認められなかった．南沢川を含む浄法寺地域のすべての河川の神流川合流前の塩化物イオン負荷量の合計は，12月には50 kg/day程度（温泉排水を除く）であったことから，同地域の河川の塩化物イオン負荷量の90%を南沢川が担っていることになる．一方，全長1 km程度の短い河川であるにもかかわらず，12月の南沢川の水素同位体比（δD）は源流部で-54.5‰，最下流部で-46.7‰と1 kmの間に約8 ‰大きくなり，また酸素同位体比（δ18O）も源流部の-8.0 ‰から最下流部の-7.3 ‰と0.7 ‰大きくなった．これは河床を通じて同位体的に重い深部流体（八塩温泉源泉：δD＝-29.8～-10.8 ‰，δ18O＝-1.4～4.3 ‰）が大量に混入するためと考えられる．さらに，Li/Cl比（八塩温泉源泉：Li/Cl比＝0.0018～0.0020）をみると，南沢川ではほとんどの流路区間で12月のLi/Cl比は0.001以上の値を示し，かつ流下に伴い値が大きくなる傾向が認められた（最下流部では0.0018）．これも，八塩温泉源泉に代表される高いLi/Cl比を有する深部流体が河床を通じて河川水中へ混入していることを強く示唆している．このように，三波川帯に位置する浄法寺地域の河川，特に南沢川には河床を通じて大量の深部流体が混入し，その結果，河川水が高い塩化物イオン濃度を呈するものと推定される．発表当日には，深部流体の混入箇所（流路区間）の地質学的な特徴や深部流体混入量の推定結果，さらに同じく深部流体の浅層地下水系への混入が発生している神流川対岸の埼玉県神川町渡瀬地域の現状についても紹介し，議論する予定である．

キーワード：河川水、塩化物イオン、負荷量、酸素・水素同位体比、八塩温泉、深部流体
Keywords: stream water, chloride ion, dissolved load, stable isotopes of water, Yasio mineral springs, deep-seated fluid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical characteristics and origin of groundwater in central to eastern Hokkaido

*中垣 優盛[1]
*Yusei Nakagaki[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

Japanese island arc is located in the subduction system where the groundwater migration/circulation is significant. Groundwater has chemical history of dissolved components that come from deep part. There are many reports about chemical composition of groundwater in Hokkaido. However, there is little geochemical research about chemical constituents derived from deep in the groundwater in Hokkaido. The relationship between geological features and chemical characteristics of groundwater remains unknown. This study focused on the geochemistry of deep fluid collected from hot springs in central to eastern Hokkaido area to understand the origin and underground geochemical processes by analyzing main and trace elements, hydrocarbon gas, and oxygen-hydrogen isotopes.

The concentrations of dissolved major elements such as Cl, suggested that groundwater in Hokkaido is mainly of seawater origin. The δ18O and δD values, however, indicate that the fluid also contains meteoric water. The redox condition of deep environment had changed the concentrations of Mn and SO4, and the weathering of sedimentary rocks had increased the amount of Si, respectively. Iodine was significantly enriched compared to seawater, resulting from the deposition of I-rich marine algae in the internal shallow water zone. Concentrations of trace elements such as Pb, Zn, and Li vary among sampling locations, which indicates elution of Pb and Zn by the weathering of minerals, and release of Li from clay minerals in high temperature environment.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Identification of hydrological characteristics on the groundwater recharge in volcanic and non-volcanic mountains

*佐野 安奈[1]、中村 高志[1]、西田 継[1]
*sano anna[1], Takashi Nakamura[1], Kei Nishida[1]

1. 山梨大学大学院・国際流域環境研究センター
1. International Research Center for River Basin Environment, University of YAMANASHI

Kofu basin is located at the central part of Japan, Yamanashi and lies 300 km away from Japan Sea. 80% of this basin area is covered by the mountains that are originated from the volcanism and diastrophism with various geological settings. This study focuses on identifying the groundwater recharge processes in Kai city derived from volcanic mountain and Minami Alps city formed from the fault block mountains, located at the western Kofu basin of Yamanashi prefecture. Water samples were collected from major river, deep tube wells and mountain springs at 2011 to 2013 and 2018.
Spring water collected from the mountains and river water were observed with almost similar depleted value ranges. However, in both cities, the high d-excess values are detected. Higher d-excess value in the mountain might occur from the higher rainfall and snow during winter season, whereas the low d-excess values detected on the alluvial fan might be due to the less winter rainfall and snow in comparison with mountain area. The spatial distributions of the d-excess values and the Cl^- concentrations suggested the Minami Alps city is recharged from the water infiltrated at the mountain to the alluvial fan. Meanwhile, water originated from mountain is recharged to the hill, but it is not recharged to the alluvial fan in Kai city. Thus, the combination of d-excess value and Cl- tracer is useful in identifying the groundwater recharge process of areas with different geological origin.

キーワード：水の安定同位体、水質、地下水涵養、地塊山地
Keywords: stable isotope of water, Water quality, Groundwater recharge, Mountain block recharge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

^{222}Rn濃度を用いた増富温泉水の形成機構に関する水質化学的検討
Analysis of spring water formation mechanism used by ^{222}Rn concentration at Masutomi-Onsen located in Yamanashi, Japan

*望月 映希[1]、早川 拓哉[1]、小林 浩[1]
*Eiki Mochizuki[1], Takuya Hayakawa[1], Hiroshi Kobayashi[1]

1. 山梨県衛生環境研究所
1. Yamanashi Institute of Public Health and Environment

山梨県北部の増富温泉の^{222}Rn含有量は全国屈指で、温泉保養地として多くの利用者が訪れている。この温泉を長期的、計画的に使用するために、現在の湧出状況や湧出機構を明らかにすることは重要である。

増富温泉では、地表近くに存在する沈澱岩が^{222}Rn源になっていることが報告されており、^{222}Rn濃度と^{222}Rnを除く他の温泉成分（以下「温泉成分」）濃度の挙動は異なると考えられる。そこで、^{222}Rn濃度と温泉成分濃度を元に温泉水の形成機構の推定を試みた。

本研究では、増富温泉地内の丹生沢（にゅうざわ）源泉を平成28年4月から平成30年3月の2年間定期的にモニタリングを実施し、この源泉に含まれる^{222}Rn濃度と温泉成分濃度、湧出量、泉温を観測した。その結果、^{222}Rn濃度は3,700～7,800Bq/kgの範囲で周期的な変動が観測されたが、温泉成分濃度、湧出量及び泉温は、平成29年10月及び平成30年3月の温泉成分濃度の特異的低下を除き、ほぼ一定であった。

温泉成分濃度の特異的低下の認められた平成29年10月及び平成30年3月は、いずれも^{222}Rn濃度の周期的変動が極小を示した時期と一致していた。いずれもモニタリング直前にまとまった降水が観測されており、これが^{222}Rn及び温泉成分濃度低下に関与していると考えられた。このことから、^{222}Rn濃度の変動及び温泉成分濃度の特異的低下と降水の関連性に注目して解析した。

降水により地表に水が供給されると^{222}Rn濃度が低下し、その後4か月ほどかけて緩やかに回復した。温泉成分濃度は、特異的な低下を除き降水の多寡によらず一定であった。

このことを説明するため以下の仮説を立てた。沈澱岩から生じた^{222}Rnは、土中^{222}Rnガスとなり、この^{222}Rnガスが温泉水中の^{222}Rn源の一つとなっている。通常、浅層地下水は、温泉水と交わらないが、浅層地下水がその量に応じて^{222}Rnガスを奪うことで、温泉水中の^{222}Rn濃度が変動している。

この仮説を検証するため、降水を元に推定した浅層地下水量と^{222}Rn濃度の関係を確認したところ、有意な負の相関が認められ、仮説を支持する結果が得られた。

これらのことから、丹生沢源泉において、^{222}Rn濃度と温泉成分濃度、降水を元に温泉水の形成機構を説明することができた。

キーワード：温泉、増富温泉、山梨県、ラドン222、形成機構
Keywords: hot spring, Masutomi-Onsen, Yamanashi prefecture, Radon-222, formation mechanism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Migration Behavior of Radiocesium Derived from the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant Accident in Natsui River and Tone River

*Deddy Irawan Permana Putra[1], Shinya Ochiai[2], Seiichi Tomihara[3], Shun Watanabe[4], Kyuma Suzuki[4], Seiya Nagao[2]

1. Kanazawa University, Graduate School of Natural Science and Technology, 2. Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University, 3. Aquamarine Fukushima, 4. Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station

The accident of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant due to the Tohoku earthquake, which occurred on 11 March 2011, has released a large amount of radioactive materials to the atmosphere. This accident resulted contamination of radioactive cesium (^{134}Cs and ^{137}Cs) on land, rivers and sea around Fukushima Prefecture. Radioactive cesium widely deposited on land and transported from watershed through river system to the ocean. In this study concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs in river water has been investigated for dissolved and particulate phase. River water sample was collected at a fixed station from the Tone River and the Natsui River at normal and high flow condition during 2018-2019. Suspended solids were separated using continuous flow centrifugation and dissolved cesium were co-precipitated using ammonium molybdophosphate (AMP) method.
The AMP precipitated and suspended solids were dried to determined radioactive cesium concentration using HPGe gamma spectrometry. Investigations of cesium concentration in the rivers have been performed to understand factors controlling transport of radiocesium during different condition. The maximum concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs at normal condition was 0.7 mBq $L^{-1}$and 7.9 mBq L^{-1}in the Tone River, and 1.1 mBq $L^{-1}$and 11 mBq L^{-1}in the Natsui River, respectively. After the rainy events and typhoon, the concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs in river water was increased. Total concentration of ^{134}Cs after the rainy events in the Tone River and the Natsui River was 18 –37 mBq $L^{-1}$and 40 mBq L^{-1} respectively, and concentration for ^{137}Cs was 211 –411 mBq $L^{-1}$and 447 mBq L^{-1}respectively. During the study period, 97-100 % of ^{134}Cs and ^{137}Cs was distributed by suspended solid in the Tone River and 95-100 % of ^{134}Cs and ^{137}Cs in the Natsui River after the rainy events. These results indicate that behavior of suspended solids is a main factor controlling variation of concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs in both rivers.

Keywords: Radioactive Cesium, River water, Suspended solids, Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

溶存アルゴン濃度からみた地下水中のExcess air量の評価
Estimation of excess air component in groundwater by using dissolved Argon concentration

*浅井 和見[1]、浅井 和由[1]
*Kazumi Asai[1], Kazuyoshi Asai[1]

1. 株式会社地球科学研究所
1. Chikyukagakukenkyusho inc

六フッ化硫黄による地下水年代測定の信頼性を上げるためにはexcess air量の評価が不可欠である。本研究では溶存アルゴン量に基づいてexcess air量の評価を実施した。発表では、アルゴン量から見積もった中部日本各地の湧水や地下水のexcess air量について報告する予定である。

キーワード：過剰大気の混入、溶存アルゴン、地下水、SF6年代測定、中部日本
Keywords: excess air, dissolved argon, groundwater, SF6 dating, Central Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[A-HW24] 同位体水文学 2019

コンビーナ:安原 正也(立正大学地球環境科学部)、風早 康平(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、大沢 信二(京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)、浅井 和由(株式会社　地球科学研究所)

気圏・水圏・地圏における陸水循環ならびにそれに伴う物質循環のプロセスの解明を目的とした同位体水文学的研究は，現在，陸水学，地球化学，地形学，火山学，気象学，農学，林学，土木工学，衛生工学，生態学，土壌学等の多様な分野で行われている．本セッションでは，各分野における研究成果を持ち寄ることによって，同位体水文学研究の最新の知見の集積を図るとともに，異分野の活動を有機的・横断的に結びつけ，新しい同位体トレーサーの発見，新たな研究領域の開拓，社会への応用を促進することを目的とする．一般水質や微量成分等に基づく研究でも，同位体を用いた水・物質循環研究に貢献あるいは発展する可能性のあるものであればこれを歓迎する．

[AHW24-P01] 伊豆半島の湧水の地球化学的特性

*浅井 和由[1]、浅井 和見[1] (1.株式会社　地球科学研究所)

[AHW24-P02] 長野県上田市，黄金沢川の酸性河川水と扇状地の浅層地下水の水質について

髙橋 蘭[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.山梨大学国際流域環境研究センター、4.（株）地球科学研究所)

[AHW24-P03] 赤城山の山頂に出現する一時的な湖沼「血の池」におけるヤマヒゲナガケンミジンコの生態について

平野 有里[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、船生 泰寛[3]、岩崎 望[2]、霜田 奈積[2] (1.立正大学地球環境科学部（学）、2.立正大学地球環境科学部、3.立正大学大学院地球環境科学研究科)

[AHW24-P04] **河川の流水断面における溶存成分濃度と酸素・水素同位体比の分布 ー埼玉県福川を例としてー**

*木村 真夏[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P05] 群馬県藤岡市浄法寺地域の河川水の塩化物イオン濃度とその起源について

*長谷川 武俊[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2] (1.立正大学大学院地球環境科学研究科環境システム学専攻、2.立正大学地球環境科学部)

[AHW24-P06] Geochemical characteristics and origin of groundwater in central to eastern Hokkaido

*中垣 優盛[1] (1.千葉大学)

[AHW24-P07] Identification of hydrological characteristics on the groundwater recharge in volcanic and non-volcanic mountains

*佐野 安奈[1]、中村 高志[1]、西田 継[1] (1.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター)

[AHW24-P08] ^{222}Rn濃度を用いた増富温泉水の形成機構に関する水質化学的検討

*望月 映希[1]、早川 拓哉[1]、小林 浩[1] (1.山梨県衛生環境研究所)

[AHW24-P09] Migration Behavior of Radiocesium Derived from the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant Accident in Natsui River and Tone River

*Deddy Irawan Permana Putra[1]、Shinya Ochiai[2]、Seiichi Tomihara[3]、Shun Watanabe[4]、Kyuma Suzuki[4]、Seiya Nagao[2] (1.Kanazawa University, Graduate School of Natural Science and Technology、2.Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University、3.Aquamarine Fukushima、4.Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station)

[AHW24-P10] 溶存アルゴン濃度からみた地下水中のExcess air量の評価

*浅井 和見[1]、浅井 和由[1] (1.株式会社地球科学研究所)

伊豆半島の湧水の地球化学的特性
Geochemical features for spring at Izu Peninsula

*浅井 和由[1]、浅井 和見[1]
*Kazuyoshi Asai[1], Kazumi Asai[1]

1. 株式会社　地球科学研究所
1. Geo Science Laboratory

プレート境界に位置する伊豆半島は地質的に非常に興味深い地域である。半島の大部分は海成もしくは陸成の火山から構成されており、温泉が非常に多いのが特徴である。一方、降水量が多いこともあり、表層系の地下水の循環も盛んであり、中部の火山山麓から流出する地下水はワサビ田の水源として利用されている。著者らは2019年11月に伊豆半島を代表する湧水を採水し、その水質・同位体・CFCs, SF6について分析を実施した。本発表では伊豆半島の表層系地下水の水質特性・起源・滞留時間について検討した結果を紹介する。

キーワード：伊豆半島、湧水、水質、水の起源、滞留時間
Keywords: IZU Peninsula , spring, water chemistry, origin, residence time

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長野県上田市，黄金沢川の酸性河川水と扇状地の浅層地下水の水質について

Acidification process of shallow groundwater in an alluvial fan in Ueda City, Nagano, Japan

髙橋 蘭[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、中村 高志[3]、浅井 和由[4]
Ran Takahashi[1], *Masaya Yasuhara[2], Seongwon Lee[2], Takashi Nakamura[3], Kazuyoshi Asai[4]

1. 立正大学地球環境科学部（学）、2. 立正大学地球環境科学部、3. 山梨大学国際流域環境研究センター、4. （株）地球科学研究所
1. Undergraduate student, Rissho Univ., 2. Rissho Univ., 3. Yamanashi Univ., 4. Geo Science Laboratory

長野県上田市を流れる黄金沢川の河川水は，上流の黄鉄鉱鉱床の影響により硫酸酸性を示す．そして，同河川水の伏没が原因で，黄金沢川扇状地とその周辺の浅層地下水はpH5～6程度の酸性を呈するものとされてきた（阿久津，1958）．しかし，扇状地の地形断面図や地下水面の形状からは，酸性河川水の伏没浸透が地下水水質に影響を及ぼすのは河川直近もしくはその右岸側のみと考えられる．さらに土地利用状況をみると，酸性河川水の伏没以外にも，扇状地上での盛んな農業活動（特に果樹栽培；かつては桑，現在はりんご）に伴う大量の施肥が浅層地下水の酸性化の一因となっている可能性もあることから，阿久津（1958）の説は再検討する必要がある．そこで本研究では，マルチトレーサー手法に基づき，黄金沢川扇状地と周辺の現在の水文環境を把握するとともに，酸性化を含めた浅層地下水の水質形成プロセスを明らかにすることを目的とした．

黄金沢川の河川水と浅層地下水（井戸水と湧水）を対象とした調査を2018年8～11月に実施した．その結果，1）黄金沢川左岸側の地下水は硝酸酸性を，一方右岸側の地下水は硫酸酸性を示すこと，2）黄金沢川右岸側の地下水のpHは左岸側に比べて低いこと，3）酸素（$\delta^{18}O$）・水素（δD）同位体比は右岸側の地下水の方が左岸側のそれより小さいことが明らかとなった．これは硫酸酸性でかつ同位体的に軽い黄金沢川の河川水が，主に右岸側方向に伏没浸透していることを強く示唆している．硫酸イオン（SO_4^{2-}）と硝酸イオン（NO_3^-）濃度に基づく2成分混合解析の結果，右岸側の地下水ならびに河川直近の地下水（左岸側）の形成に果たす河川水の寄与率は8～31 %と求められた．さらに，窒素（$\delta^{15}N$）と硫黄（$\delta^{34}S$）同位体比からは，有機肥料が左岸側の地下水中の窒素と硫黄の主な供給源となっていることがわかった．すなわち，浅層地下水の酸性化は，黄金沢川の右岸側は河川水の伏没，また左岸側は施肥によって引き起こされていることが明らかとなった．当日は，河川伏没水や施肥による酸性物質の負荷，さらに右岸側地下水と左岸側地下水のミキシングを含む黄金沢川扇状地とその周辺の浅層地下水の水質形成モデルを提示する．

キーワード：酸性河川水、扇状地、伏没浸透、浅層地下水、地下水の酸性化、マルチトレーサー
Keywords: acidified river water, alluvial fan, river water infiltration, shallow groundwater, groundwater acidification, multi-tracer method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

赤城山の山頂に出現する一時的な湖沼「血の池」におけるヤマヒゲナガケンミジンコの生態について

Hydroecological study on fresh water copepod in Chino-ike ('Bloody lake'), an ephemeral lake on the top of Mt. Akagi, central Japan

平野 有里[1]、*安原 正也[2]、李 盛源[2]、船生 泰寛[3]、岩崎 望[2]、霜田 奈積[2]
Hirano Yuri[1], *Masaya Yasuhara[2], Seongwon Lee[2], Yasuhiro Funyu[3], Nozomu Iwasaki[2], Natsumi Shimoda[2]

1. 立正大学地球環境科学部（学）、2. 立正大学地球環境科学部、3. 立正大学大学院地球環境科学研究科
1. Undergraduate student, Rissho Univ., 2. Rissho Univ., 3. Graduate student, Rissho Univ.

赤城山の山頂部の標高1,400 m付近に位置する「血の池」（面積約0.008 km^2）は、初夏から秋にかけて一時的に水が出現する湖沼、すなわち“ephemeral lake”として知られている。「血の池」には魚類は生息しておらず、その生態系は主にプランクトンから構成されている。その代表種が「血の池」の名前の由来ともなった赤色を呈するAcanthodiaptomus pacificus（ヤマヒゲナガケンミジンコ）である。水が出現した際にA. pacificusが大発生し、湖沼が赤く見えたことから「血の池」と呼ばれている。本研究では、このような一時的に形成される湖沼に生息するA. pacificusの生活環を中心とした生態を明らかにすることを目的とし、2018年6月2〜3日、10月16日、12月7日に現地調査を実施した。

2018年には、10月1日0：00〜10月19日10：00の期間中に最大水深98 ㎝（10月3日5：00）の湖水が出現した（船生泰寛，未公表データ）。10月16日の調査日時点の湖心の水深は37 cmであった。同日、「血の池」の13地点から、同一地点における深度方向のサンプルを含む計17試料（各1 Lの湖水を32㎛メッシュのプランクトンネットにてろ過したもの；ただし，湖心のみ4 Lをろ過）を採取し、実験室に持ち帰って試料中の個体数の測定ならびに個体の解剖を行った。また、6月および12月の調査では同じ地点において表層土壌を採取し、その中から休眠卵や休眠個体の発見を試みた。

10月16日に採取したA. pacificusは成体、幼体を合わせて7919個体であり、ほとんどはコペポダイト幼生であった。その分布は水深の深いところや溶存酸素濃度（DO）の高い地点に多い傾向を示し、最も密度の高かった湖心の水深32cm地点（湖底より5 cm上）では477個体/LのA. pacificusが確認された。門田（1971）によると、生活環の短縮が見られる湖沼の場合でも、卵からノープリウス幼生を経てコペポダイト幼生にいたるまでには約4か月弱かかるとされている。しかし、「血の池」では，コペポダイト幼生にいたるその個体成長は湖水の出現からわずか2週間程度と、さらに早い生活環を見せることが明らかとなった。また、湖水が消滅する約3日前の10月16日時点でもほとんどがコペポタイド幼生であったことから，「血の池」においてはA. pacificusは幼生の形で休眠を行っている可能性が示唆される。今後、窒素や炭素の同位体に基づく食性の解明や土壌からの休眠卵・休眠個体の発見および孵化実験を試み、湖水の消長や水質の変化といった水文学的な現象・要素も踏まえながら、「血の池」におけるA. pacificusの生態をさらに解明してゆく予定である。

キーワード：赤城山、一時的な湖沼、ヤマヒゲナガケンミジンコ、水圏生態学、休眠、炭素・窒素同位体
Keywords: Mt. Akagi, ephemeral lake, Acanthodiaptomus pacificus, aquatic ecology, diapause, carbon and nitrogen isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

河川の流水断面における溶存成分濃度と酸素・水素同位体比の分布 ー埼玉県福川を例としてー

Cross-sectional distribution in water chemistry and oxygen and hydrogen isotopic ratios in Fuku River, Saitama, Japan

*木村 真夏[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2]
*Manatsu Kimura[1], Yasuhara Masaya[2], Seongwon Lee[2]

1. 立正大学大学院地球環境科学研究科、2. 立正大学地球環境科学部
1. Graduate School of Geo-Environmental Science, Rissho University, 2. Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

河川の水環境を議論する際には，河川水中に含まれる物質の濃度だけでなく，それぞれの物質の濃度に河川流量を乗じることによって得られる負荷量を明らかにすることが不可欠である．そのためには，河川流量ならびに各物質の濃度を詳細に測定・分析し，負荷量を正確に算出することが重要となる．

負荷量を求める場合，従来は物質の濃度については河川の流水断面の1ポイントのみの試料（一般的には流水断面中央の表層付近の河川水試料）で代表させることが多く，流水断面における濃度の分布構造を明らかにした研究例はほとんど見当たらない．すなわち，採水した試料の流水断面における代表性，さらにはその濃度を流水断面の代表値として用いた場合に生ずる負荷量推定値への影響については，これまで十分な検討がおこなわれていないのが現状である．これは同位体をトレーサーに用いる場合でも同様である．

そこで，本研究では埼玉県北部を流れる福川（川幅7.7m，平均水深0.5m）において河川の流水断面の深度別採水をおこない，流水断面における主要溶存成分と溶存態重金属類の濃度分布，ならびに酸素（δ^{18}O）・水素（δD）同位体比の分布を明らかにすることを目的とした．また，流水断面中央の表層付近の試料水の濃度・同位体比をもって流水断面を代表させた場合，負荷量の推定結果にどの程度の誤差が生じるのかについて議論をおこなった．

主要溶存成分については濃度の分布パターンはイオン毎に異なるものの，いずれの溶存イオンも流水断面の水平・鉛直方向に濃度の大きな差はなかった（最大で7.2%）．対照的に，溶存態重金属類では物質毎の濃度の分布パターンはほぼ一様であったが，いずれの物質にも水平・鉛直方向に顕著な濃度差が認められた（最大で95%）．同位体比については，分布パターンは流水断面における流速のそれと類似しており，δDで数‰，またδ^{18}Oで0.3‰程度の差が同一流水断面内において認められた．

溶存物質と同位体の負荷量の算出に際して3つのケースを想定し，それぞれのケースで得られた値について比較検討をおこなった．その結果，一般的な調査・研究でよく採用される，流水断面中央の表層水試料で流水断面全体の濃度・同位体比を代表させるやり方では，負荷量を正確に評価できない場合があることが明らかとなった．この傾向は溶存態重金属類の場合にとりわけ顕著となる．河川において負荷量の検討をおこなう際には，試料水の採水ポイントや流量の算出方法について十分考慮・検討する必要がある．

今後，さらに高密度の採水と高精度の流量測定をおこない，溶存物質濃度や同位体比の流水断面における分布構造と負荷量の実態を詳細に明らかにすることが求められる．また，今回は重金属類については溶存態重金属類のみを対象としたが，将来的には懸濁態重金属類も加味した上で，重金属類の負荷量の正確な調査・推定方法を確立していく必要がある．

キーワード：河川水、流水断面、溶存成分、酸素・水素同位体、濃度分布、負荷量
Keywords: River water, River cross section, Water chemistry, Oxygen and hydrogen isotope, Cross-sectional distribution, Dissolved load

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

群馬県藤岡市浄法寺地域の河川水の塩化物イオン濃度とその起源について
On concentration and origin of chloride ion in small rivers in Jyoboji area, Fujioka, Gunma, Japan

*長谷川 武俊[1]、安原 正也[2]、李 盛源[2]
*Taketoshi Hasegawa[1], Masaya Yasuhara[2], Seongwon Lee[2]

1. 立正大学大学院地球環境科学研究科環境システム学専攻、2. 立正大学地球環境科学部
1. Rissho University Graduate School of Geo-environmental Science Environmental Systems Science, 2. Rissho Univ.

群馬県藤岡市浄法寺地域（神流川左岸）の八塩温泉には自然湧出する源泉（冷泉）が8箇所存在する．高瀬（1963）によると源泉の水質はNaCl型（塩化物イオン濃度：7,670～12,560 mg/L）であり，松葉谷ほか（1985）はその水の起源を新第三紀の海水（化石海水）としている．三波川帯でしばしば認められる，地下深部から上昇してくるこのような塩化物イオンに富んだ「深部流体」の湧出経路，浅層地下水系や地表水系への混入地点，さらにそのフラックスについてはいまだに不明の点が多く，事例研究に基づく知見の集積が待たれている．本研究では，八塩温泉の脇を東流する南沢川と周辺の9つの小河川（いずれも全長1 km程度；最後は神流川に合流）を対象に，河川水の塩化物イオン濃度の測定と負荷量の算出，ならびに塩化物イオンの起源について検討を行った．エンドメンバーとなる八塩温泉源泉の調査を含む現地水文調査は，2018年8月と12月の二回実施した．

2018年8月の八塩温泉源泉の塩化物イオン濃度は4,798mg/L～11,892 mg/L，また同年12月のそれは5,162 mg/L～11,032 mg/L，一方，2018年7月の南沢川の塩化物イオン濃度は4.1 mg/L（源流部）～632.5 mg/L（最下流部），同年12月には4.0 mg/L（源流部）～213.7 mg/L（最下流部）であった．7月と12月の神流川合流前の南沢川における塩化物イオン負荷量はそれぞれ約44 kg/day，約45 kg/dayであり，季節による負荷量の大きな変化は認められなかった．南沢川を含む浄法寺地域のすべての河川の神流川合流前の塩化物イオン負荷量の合計は，12月には50 kg/day程度（温泉排水を除く）であったことから，同地域の河川の塩化物イオン負荷量の90%を南沢川が担っていることになる．一方，全長1 km程度の短い河川であるにもかかわらず，12月の南沢川の水素同位体比（δD）は源流部で-54.5‰，最下流部で-46.7‰と1 kmの間に約8 ‰大きくなり，また酸素同位体比（δ18O）も源流部の-8.0 ‰から最下流部の-7.3 ‰と0.7 ‰大きくなった．これは河床を通じて同位体的に重い深部流体（八塩温泉源泉：δD＝-29.8～-10.8 ‰，δ18O＝-1.4～4.3 ‰）が大量に混入するためと考えられる．さらに，Li/Cl比（八塩温泉源泉：Li/Cl比＝0.0018～0.0020）をみると，南沢川ではほとんどの流路区間で12月のLi/Cl比は0.001以上の値を示し，かつ流下に伴い値が大きくなる傾向が認められた（最下流部では0.0018）．これも，八塩温泉源泉に代表される高いLi/Cl比を有する深部流体が河床を通じて河川水中へ混入していることを強く示唆している．このように，三波川帯に位置する浄法寺地域の河川，特に南沢川には河床を通じて大量の深部流体が混入し，その結果，河川水が高い塩化物イオン濃度を呈するものと推定される．発表当日には，深部流体の混入箇所（流路区間）の地質学的な特徴や深部流体混入量の推定結果，さらに同じく深部流体の浅層地下水系への混入が発生している神流川対岸の埼玉県神川町渡瀬地域の現状についても紹介し，議論する予定である．

キーワード：河川水、塩化物イオン、負荷量、酸素・水素同位体比、八塩温泉、深部流体
Keywords: stream water, chloride ion, dissolved load, stable isotopes of water, Yasio mineral springs, deep-seated fluid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical characteristics and origin of groundwater in central to eastern Hokkaido

*中垣 優盛[1]
*Yusei Nakagaki[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

Japanese island arc is located in the subduction system where the groundwater migration/circulation is significant. Groundwater has chemical history of dissolved components that come from deep part. There are many reports about chemical composition of groundwater in Hokkaido. However, there is little geochemical research about chemical constituents derived from deep in the groundwater in Hokkaido. The relationship between geological features and chemical characteristics of groundwater remains unknown. This study focused on the geochemistry of deep fluid collected from hot springs in central to eastern Hokkaido area to understand the origin and underground geochemical processes by analyzing main and trace elements, hydrocarbon gas, and oxygen-hydrogen isotopes.

The concentrations of dissolved major elements such as Cl, suggested that groundwater in Hokkaido is mainly of seawater origin. The δ18O and δD values, however, indicate that the fluid also contains meteoric water. The redox condition of deep environment had changed the concentrations of Mn and SO4, and the weathering of sedimentary rocks had increased the amount of Si, respectively. Iodine was significantly enriched compared to seawater, resulting from the deposition of I-rich marine algae in the internal shallow water zone. Concentrations of trace elements such as Pb, Zn, and Li vary among sampling locations, which indicates elution of Pb and Zn by the weathering of minerals, and release of Li from clay minerals in high temperature environment.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Identification of hydrological characteristics on the groundwater recharge in volcanic and non-volcanic mountains

*佐野 安奈[1]、中村 高志[1]、西田 継[1]
*sano anna[1], Takashi Nakamura[1], Kei Nishida[1]

1. 山梨大学大学院・国際流域環境研究センター
1. International Research Center for River Basin Environment, University of YAMANASHI

Kofu basin is located at the central part of Japan, Yamanashi and lies 300 km away from Japan Sea. 80% of this basin area is covered by the mountains that are originated from the volcanism and diastrophism with various geological settings. This study focuses on identifying the groundwater recharge processes in Kai city derived from volcanic mountain and Minami Alps city formed from the fault block mountains, located at the western Kofu basin of Yamanashi prefecture. Water samples were collected from major river, deep tube wells and mountain springs at 2011 to 2013 and 2018.
Spring water collected from the mountains and river water were observed with almost similar depleted value ranges. However, in both cities, the high d-excess values are detected. Higher d-excess value in the mountain might occur from the higher rainfall and snow during winter season, whereas the low d-excess values detected on the alluvial fan might be due to the less winter rainfall and snow in comparison with mountain area. The spatial distributions of the d-excess values and the Cl^- concentrations suggested the Minami Alps city is recharged from the water infiltrated at the mountain to the alluvial fan. Meanwhile, water originated from mountain is recharged to the hill, but it is not recharged to the alluvial fan in Kai city. Thus, the combination of d-excess value and Cl- tracer is useful in identifying the groundwater recharge process of areas with different geological origin.

キーワード：水の安定同位体、水質、地下水涵養、地塊山地
Keywords: stable isotope of water, Water quality, Groundwater recharge, Mountain block recharge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

^{222}Rn濃度を用いた増富温泉水の形成機構に関する水質化学的検討
Analysis of spring water formation mechanism used by ^{222}Rn concentration at Masutomi-Onsen located in Yamanashi, Japan

*望月 映希[1]、早川 拓哉[1]、小林 浩[1]
*Eiki Mochizuki[1], Takuya Hayakawa[1], Hiroshi Kobayashi[1]

1. 山梨県衛生環境研究所
1. Yamanashi Institute of Public Health and Environment

山梨県北部の増富温泉の^{222}Rn含有量は全国屈指で、温泉保養地として多くの利用者が訪れている。この温泉を長期的、計画的に使用するために、現在の湧出状況や湧出機構を明らかにすることは重要である。

増富温泉では、地表近くに存在する沈澱岩が^{222}Rn源になっていることが報告されており、^{222}Rn濃度と^{222}Rnを除く他の温泉成分（以下「温泉成分」）濃度の挙動は異なると考えられる。そこで、^{222}Rn濃度と温泉成分濃度を元に温泉水の形成機構の推定を試みた。

本研究では、増富温泉地内の丹生沢（にゅうざわ）源泉を平成28年4月から平成30年3月の2年間定期的にモニタリングを実施し、この源泉に含まれる^{222}Rn濃度と温泉成分濃度、湧出量、泉温を観測した。その結果、^{222}Rn濃度は3,700～7,800Bq/kgの範囲で周期的な変動が観測されたが、温泉成分濃度、湧出量及び泉温は、平成29年10月及び平成30年3月の温泉成分濃度の特異的低下を除き、ほぼ一定であった。

温泉成分濃度の特異的低下の認められた平成29年10月及び平成30年3月は、いずれも^{222}Rn濃度の周期的変動が極小を示した時期と一致していた。いずれもモニタリング直前にまとまった降水が観測されており、これが^{222}Rn及び温泉成分濃度低下に関与していると考えられた。このことから、^{222}Rn濃度の変動及び温泉成分濃度の特異的低下と降水の関連性に注目して解析した。

降水により地表に水が供給されると^{222}Rn濃度が低下し、その後4か月ほどかけて緩やかに回復した。温泉成分濃度は、特異的な低下を除き降水の多寡によらず一定であった。

このことを説明するため以下の仮説を立てた。沈澱岩から生じた^{222}Rnは、土中^{222}Rnガスとなり、この^{222}Rnガスが温泉水中の^{222}Rn源の一つとなっている。通常、浅層地下水は、温泉水と交わらないが、浅層地下水がその量に応じて^{222}Rnガスを奪うことで、温泉水中の^{222}Rn濃度が変動している。

この仮説を検証するため、降水を元に推定した浅層地下水量と^{222}Rn濃度の関係を確認したところ、有意な負の相関が認められ、仮説を支持する結果が得られた。

これらのことから、丹生沢源泉において、^{222}Rn濃度と温泉成分濃度、降水を元に温泉水の形成機構を説明することができた。

キーワード：温泉、増富温泉、山梨県、ラドン222、形成機構
Keywords: hot spring, Masutomi-Onsen, Yamanashi prefecture, Radon-222, formation mechanism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Migration Behavior of Radiocesium Derived from the Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant Accident in Natsui River and Tone River

*Deddy Irawan Permana Putra[1], Shinya Ochiai[2], Seiichi Tomihara[3], Shun Watanabe[4], Kyuma Suzuki[4], Seiya Nagao[2]

1. Kanazawa University, Graduate School of Natural Science and Technology, 2. Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University, 3. Aquamarine Fukushima, 4. Gunma Prefectural Fisheries Experiment Station

The accident of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant due to the Tohoku earthquake, which occurred on 11 March 2011, has released a large amount of radioactive materials to the atmosphere. This accident resulted contamination of radioactive cesium (^{134}Cs and ^{137}Cs) on land, rivers and sea around Fukushima Prefecture. Radioactive cesium widely deposited on land and transported from watershed through river system to the ocean. In this study concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs in river water has been investigated for dissolved and particulate phase. River water sample was collected at a fixed station from the Tone River and the Natsui River at normal and high flow condition during 2018-2019. Suspended solids were separated using continuous flow centrifugation and dissolved cesium were co-precipitated using ammonium molybdophosphate (AMP) method.
The AMP precipitated and suspended solids were dried to determined radioactive cesium concentration using HPGe gamma spectrometry. Investigations of cesium concentration in the rivers have been performed to understand factors controlling transport of radiocesium during different condition. The maximum concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs at normal condition was 0.7 mBq $L^{-1}$and 7.9 mBq L^{-1}in the Tone River, and 1.1 mBq $L^{-1}$and 11 mBq L^{-1}in the Natsui River, respectively. After the rainy events and typhoon, the concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs in river water was increased. Total concentration of ^{134}Cs after the rainy events in the Tone River and the Natsui River was 18 –37 mBq $L^{-1}$and 40 mBq L^{-1} respectively, and concentration for ^{137}Cs was 211 –411 mBq $L^{-1}$and 447 mBq L^{-1}respectively. During the study period, 97-100 % of ^{134}Cs and ^{137}Cs was distributed by suspended solid in the Tone River and 95-100 % of ^{134}Cs and ^{137}Cs in the Natsui River after the rainy events. These results indicate that behavior of suspended solids is a main factor controlling variation of concentration of ^{134}Cs and ^{137}Cs in both rivers.

Keywords: Radioactive Cesium, River water, Suspended solids, Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

溶存アルゴン濃度からみた地下水中のExcess air量の評価
Estimation of excess air component in groundwater by using dissolved Argon concentration

*浅井 和見[1]、浅井 和由[1]
*Kazumi Asai[1], Kazuyoshi Asai[1]

1. 株式会社地球科学研究所
1. Chikyukagakukenkyusho inc

六フッ化硫黄による地下水年代測定の信頼性を上げるためにはexcess air量の評価が不可欠である。本研究では溶存アルゴン量に基づいてexcess air量の評価を実施した。発表では、アルゴン量から見積もった中部日本各地の湧水や地下水のexcess air量について報告する予定である。

キーワード：過剰大気の混入、溶存アルゴン、地下水、SF6年代測定、中部日本
Keywords: excess air, dissolved argon, groundwater, SF6 dating, Central Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[A-HW25] 都市域の水環境と地質

コンビーナ:林 武司(秋田大学教育文化学部)

現在，世界の全人口の半数以上が都市域に集中しており，活発化する人間活動は様々な水問題や地質問題を引き起こしている．また近年では，地震や極端気象現象などによる自然災害が増加しており，水・地質問題への対応をより複雑にしている．水・地質問題のメカニズムやプロセスを適切に理解して対策を講じていくためには，学際的な連携が不可欠である．本セッションでは，都市域の水ならびに地質にかかわる環境問題についての最近の知見を総合的・学際的に取り上げ，それらのさらなる理解と研究の進展を図ることを目的とする．テーマは，水収支，水循環，水資源の開発と管理，内水氾濫，水文地質，水・地質汚染と浄化，地下水障害，地質災害，地下空間利用，水循環基本法など多岐にわたる．海外での事例を含め，広範な分野からの発表を歓迎する．

[AHW25-P01] 流域水資源管理に求められる広域地下水流動評価

*林 武司[1]、宮越 昭暢[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.秋田大学教育文化学部、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P02] 流域水資源管理に求められる地下水モニタリング－首都圏既設観測井網を活用した地下水開発の影響評価－

*宮越 昭暢[1]、林 武司[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門、2.秋田大学教育文化学部、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P03] **STORMWATER DRAINAGE SYSTEM OF AN INDIAN TOWN: WHETHER SUSTAINABLE?**

*Rajesh Kumar Vishwakarma[1]、Dr. Himanshu Joshi[1] (1.Indian Institute of Technology, Roorkee)

[AHW25-P04] Using a genetic algorithm to investigate the spatial arrangement of low impact development facilities: a case study of National Taiwan University campus.

*Chung-Yuan Liang[1]、Gene Jiing-yun You[1] (1.National Taiwan University)

流域水資源管理に求められる広域地下水流動評価
Evaluation of regional groundwater flow system for basin water resource management

*林 武司[1]、宮越 昭暢[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3]
*Takeshi Hayashi[1], Akinobu Miyakoshi[2], Shoichi Hachinohe[3], Hideki Hamamoto[3]

1. 秋田大学教育文化学部、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、3. 埼玉県環境科学国際センター
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University, 2. GSJ, AIST, 3. Center for Environmental Science in Saitama

世界有数の大都市圏である首都圏を擁する関東平野では，重要な水資源として，地下水が各地で大規模に開発されてきた．地下水開発は，都市域の発展・拡大を支えてきた一方で，地下水資源の減少や地盤沈下等をもたらしてきた．このため，国や自治体は，法や条例によって地下水揚水を規制してきた．しかし近年，病院等の施設の水源や，人口減少に伴う自治体・事業体の上下水道インフラの維持コストの負担増への対応，大規模な自然災害の発生時の緊急水源等として，地下水の需要が再び高まっている．これらの地下水需要に対応し，地盤沈下を再発させることなく地下水を適正に利用するためには，流域・地下水盆単位での水資源管理が求められる．また，水資源管理を適切に行ううえで，各地域での地下水利用の影響を把握するとともに，広域地下水流動の変化を把握することが不可欠である．

筆者らは，関東平野の中央部に位置する埼玉県平野部を対象として，地下水開発に伴う広域地下水流動の変遷のプロセスやメカニズムを明らかにするための調査を実施している．当該地域では，過去の地下水開発や揚水規制によって地下水流動が変化しつづけてきた．将来の地下水需要に対応する，すなわち，各地での地下水需要に対して地下水流動がどのように変化するかを予測するためには，地下水流動の現状を把握するだけでなく，地下水流動の変遷のメカニズムを明らかにすることが重要である．また当該地域では，地域内での地下水開発だけでなく，周辺の都県内での地下水利用の影響も受けることから，地下水流動をより広域で把握することも同時に求められる．

当該地域では，地下水揚水規制によって各地の地下水開発層中の水理水頭が回復してきたが，この過程において地域の全体的な水理水頭分布は変化せず，地域内の水頭差が減少してきた．このことから，地下水の流動機構は大きく変化していないものの，フラックスは減少してきたことが考えられる．ただし，現在の水理水頭分布ならびに地下水流動機構は，本来のもの（大規模開発以前）とは大きく異なっている．このことは，当該地域の地下水流動が地盤沈下の進行を留めている状態に過ぎず，新たな定常的状態となりつつあることを示唆する．本発表では，これまでの調査結果に基づいて，当該地域における地下水流動の人間活動による変遷と現状，また広域地下水流動を適切に把握するための課題について論じる．

キーワード：流域水資源管理、持続可能な地下水開発、広域地下水流動系、首都圏
Keywords: basin water resource management, sustainable groundwater development, regional groundwater flow system, Tokyo metropolitan area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流域水資源管理に求められる地下水モニタリングー首都圏既設観測井網を活用した地下水開発の影響評価ー

Integrated groundwater monitoring required for sustainable basin water resources management: Evaluation of effects of groundwater development utilized existing observation well network in the Tokyo metropolitan area

*宮越 昭暢[1]、林 武司[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3]
*Akinobu Miyakoshi[1], Takeshi Hayashi[2], Shoichi Hachinohe[3], Hideki Hamamoto[3]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センターー　活断層・火山研究部門、2. 秋田大学教育文化学部、3. 埼玉県環境科学国際センターー
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Faculty of Education and Human Studies, Akita University, 3. Center for Environmental Science in Saitama

筆者らは，世界有数の大都市圏である首都圏を対象として，都市域における地下水開発や揚水規制等により変化する地下水流動や都市特有の熱環境や地球温暖化に伴う気候変動が地下水・地下熱環境に及ぼす影響等を把握するため，地下温度観測を継続的に実施している。これらの調査結果により，首都圏の地下水・地下熱環境が長期かつ広域・大深度に複雑な変化を示すことが明らかとなってきた。例えば，関東平野南部の事例（宮越ほか，2017）では，東京都および埼玉県内に分布する既存の地盤沈下・地下水位観測井にて過去10年間に測定された地下温度プロファイルの比較検討から，地下浅部の温度が継続的に上昇しており，地下温度上昇が地下水涵養域に相当する台地において，より深部まで及んでいることを報告した。また，関東平野北部の事例（宮越ほか，2016）では，群馬県南部および栃木県南部の既設観測井で測定した現在の地下温度プロファイルと，既往の1960～70年代の地下水温のデータを比較検討することにより，地下水開発と揚水規制による地下水流動の変化に起因して深度100～300ｍの地下温度が過去40～50年の長期にわたって変化していることを報告した。これらの結果は地下水流動の変化が，地下温度分布ならびに地下温度変化のアノマリーとして表れることを示している。

これら先行研究は，数年～十数年間隔で断続的に実施された繰返し測定結果の比較検討から求めた地下温度変化に基づくものである。一方で，地下水開発は時代ごとの社会的な要請に応じて変化するものであり，近年は，水資源としての地下水需要が再び高まっている。地下水に対する社会的需要に対応して持続可能な地下水資源管理を行うためには，流域スケールでの水資源管理に加え，地域スケールでの地下水環境の変化を即応的に捉えることが必要となる。地下水環境の変化には，都市化に伴う地上・地下構造物からの排熱や気候変動による地下熱環境の変化も含まれる。筆者らは，2007年（埼玉県内4地点）および2012・2013年（東京都内6地点，宮越ほか，2017）から地下温度の高精度モニタリングを実施し，地下温度の連続的かつ微細な変化と，深度による変化傾向の差異を調査してきた。その結果，地下水流動の涵養域にあたる埼玉県南西部および東京都西部の台地部と下流側に位置する埼玉県南東部や東京都東部の低地部では，温度上昇率の値や季節的な変動傾向に差異が認められた。

また，地下水利用の多様化に伴って，地下水の揚水時期や揚水量だけでなく地下水開発深度も変化することが想定される。このような地下水開発の変化に対応するためには，既設観測井網を活用し，より多くの観測データを蓄積することが有効である。例えば地下温度では，自記記録計を用いた多深度での地下温度モニタリングに加えて，光ファイバー温度計を用いた温度プロファイルモニタリングを併用することにより，帯水層内で生じる地下水フラックスの変動や，複数の地域スケールでの地下水流動の変化を把握することが可能である（例えば，Yamano and Goto，2001；Benseほか，2016など）。各観測地点で観測された地下温度の変動を，地下地質構造や地盤や広域的な地下水流動の変化と併せて解析することにより，都市化や地下水開発が地下水環境に与える影響を即応的に把握・評価することができる。流域水資源管理ならびに持続可能な地下水利

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

用を実現するためには，既設観測井網を活用した即応的な地下水開発監視・評価システムの確立が不可欠である。本発表は埼玉県ー秋田大学ー産業技術総合研究所による共同研究の成果の一部である。

キーワード：流域水資源管理、持続可能な地下水開発地盤沈下・地下水位観測井網，首都圏、地下水・地下温度モニタリング、地盤沈下・地下水位観測井網、首都圏
Keywords: Basin water resources management, Sustainable groundwater development, Groundwater and subsurface temperature monitoring, Land subsidence and groundwater level observation well network, , Tokyo metropolitan area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

STORMWATER DRAINAGE SYSTEM OF AN INDIAN TOWN: WHETHER SUSTAINABLE?

*Rajesh Kumar Vishwakarma[1], Dr. Himanshu Joshi[1]

1. Indian Institute of Technology, Roorkee

In the last few decades, the world has witnessed rapid urbanization. One of the many complex problems which have come up with increased urbanization is that of rapid drainage of storm water from the inhabited areas. This paper presents sustainability evaluation of storm water drainage system of an Indian urban town and interpretation of the findings in order to explore solution. To determine and monitor the implementation of sustainable storm water paradigm, the sub-committee for development of “National (Indian) sustainable habitat parameters on urban storm water management” has developed the key parameters and indicators which are: Natural drainage system index, Drainage coverage (constructed) index, Permeability index, Water bodies rejuvenation index, water body vulnerability index, Water logging index, Area vulnerability index, Storm water discharge quality index and Rainfall intensity index etc. The sustainability indices for the storm water have been computed within the limit on 0 to 1 scale. Interpretation of the computed indices has thrown light on the current status of the system and the desired developments.

Keywords: Storm water, Drainage system, SuDS, Indicators

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using a genetic algorithm to investigate the spatial arrangement of low impact development facilities: a case study of National Taiwan University campus.

*Chung-Yuan Liang[1], Gene Jiing-yun You[1]

1. National Taiwan University

With urban development, surface runoff and peak flow in cites continuously increase and the insufficient capacity of the sewer system induces more and more urban flooding problems. Low Impact Development (LID), one of the source control strategies, uses functionally equivalent hydrologic landscape to improve the ability of infiltration and retention so that the hydrologic condition of the urban surface can be more returned to the pre-development state. Although LID is a kind of the source control strategies, previous studies seldom focus on the spatial arrangement of LID in an urban watershed but only focus on the mechanism units of LID facilities or simple case studies of its implications. This study took the main campus of National Taiwan University (NTU) as a case study. We combined SWMM and a genetic algorithm (GA) to simulate under 36 different rainfall scenarios. The program optimizes installed area size of LID in each sewershed with two different budgetary constraints. By this way, we can know what kind of watershed allocation of LID is more effective for reducing peak flow. In addition, statistical and hydrologic methods are used to analyze the results of optimization. Through analyzing the mechanism of a single unit of LID and optimizing the installed area size of LID in each subcatchment, we can find out how LID reduce peak flow from the microscale and the macroscale. This mechanism of LID also corresponds to the analysis results from optimization, which elaborated that the first priority of setting LID is located at the midstream of the main line where the peak flow concentrates on the peak outflow of the basin rather than before it or after it. In the end, we suggest a LID spatial arrangement strategy for the reference to further city planning.

Keywords: Low Impact Development (LID), Optimization, Genetic Algorithm (GA), SWMM, Urban Hydrology, Urban Drainage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[A-HW25] 都市域の水環境と地質

コンビーナ:林 武司(秋田大学教育文化学部)

現在，世界の全人口の半数以上が都市域に集中しており，活発化する人間活動は様々な水問題や地質問題を引き起こしている．また近年では，地震や極端気象現象などによる自然災害が増加しており，水・地質問題への対応をより複雑にしている．水・地質問題のメカニズムやプロセスを適切に理解して対策を講じていくためには，学際的な連携が不可欠である．本セッションでは，都市域の水ならびに地質にかかわる環境問題についての最近の知見を総合的・学際的に取り上げ，それらのさらなる理解と研究の進展を図ることを目的とする．テーマは，水収支，水循環，水資源の開発と管理，内水氾濫，水文地質，水・地質汚染と浄化，地下水障害，地質災害，地下空間利用，水循環基本法など多岐にわたる．海外での事例を含め，広範な分野からの発表を歓迎する．

[AHW25-P01] 流域水資源管理に求められる広域地下水流動評価

*林 武司[1]、宮越 昭暢[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.秋田大学教育文化学部、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P02] 流域水資源管理に求められる地下水モニタリングー首都圏既設観測井網を活用した地下水開発の影響評価ー

*宮越 昭暢[1]、林 武司[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門、2.秋田大学教育文化学部、3.埼玉県環境科学国際センター)

[AHW25-P03] **STORMWATER DRAINAGE SYSTEM OF AN INDIAN TOWN: WHETHER SUSTAINABLE?**

*Rajesh Kumar Vishwakarma[1]、Dr. Himanshu Joshi[1] (1.Indian Institute of Technology, Roorkee)

[AHW25-P04] Using a genetic algorithm to investigate the spatial arrangement of low impact development facilities: a case study of National Taiwan University campus.

*Chung-Yuan Liang[1]、Gene Jiing-yun You[1] (1.National Taiwan University)

流域水資源管理に求められる広域地下水流動評価
Evaluation of regional groundwater flow system for basin water resource management

*林 武司[1]、宮越 昭暢[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3]
*Takeshi Hayashi[1], Akinobu Miyakoshi[2], Shoichi Hachinohe[3], Hideki Hamamoto[3]

1. 秋田大学教育文化学部、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、3. 埼玉県環境科学国際センター
1. Faculty of Education and Human Studies, Akita University, 2. GSJ, AIST, 3. Center for Environmental Science in Saitama

世界有数の大都市圏である首都圏を擁する関東平野では，重要な水資源として，地下水が各地で大規模に開発されてきた．地下水開発は，都市域の発展・拡大を支えてきた一方で，地下水資源の減少や地盤沈下等をもたらしてきた．このため，国や自治体は，法や条例によって地下水揚水を規制してきた．しかし近年，病院等の施設の水源や，人口減少に伴う自治体・事業体の上下水道インフラの維持コストの負担増への対応，大規模な自然災害の発生時の緊急水源等として，地下水の需要が再び高まっている．これらの地下水需要に対応し，地盤沈下を再発させることなく地下水を適正に利用するためには，流域・地下水盆単位での水資源管理が求められる．また，水資源管理を適切に行ううえで，各地域での地下水利用の影響を把握するとともに，広域地下水流動の変化を把握することが不可欠である．

筆者らは，関東平野の中央部に位置する埼玉県平野部を対象として，地下水開発に伴う広域地下水流動の変遷のプロセスやメカニズムを明らかにするための調査を実施している．当該地域では，過去の地下水開発や揚水規制によって地下水流動が変化しつづけてきた．将来の地下水需要に対応する，すなわち，各地での地下水需要に対して地下水流動がどのように変化するかを予測するためには，地下水流動の現状を把握するだけでなく，地下水流動の変遷のメカニズムを明らかにすることが重要である．また当該地域では，地域内での地下水開発だけでなく，周辺の都県内での地下水利用の影響も受けることから，地下水流動をより広域で把握することも同時に求められる．

当該地域では，地下水揚水規制によって各地の地下水開発層中の水理水頭が回復してきたが，この過程において地域の全体的な水理水頭分布は変化せず，地域内の水頭差が減少してきた．このことから，地下水の流動機構は大きく変化していないものの，フラックスは減少してきたことが考えられる．ただし，現在の水理水頭分布ならびに地下水流動機構は，本来のもの（大規模開発以前）とは大きく異なっている．このことは，当該地域の地下水流動が地盤沈下の進行を留めている状態に過ぎず，新たな定常的状態となりつつあることを示唆する．本発表では，これまでの調査結果に基づいて，当該地域における地下水流動の人間活動による変遷と現状，また広域地下水流動を適切に把握するための課題について論じる．

キーワード：流域水資源管理、持続可能な地下水開発、広域地下水流動系、首都圏
Keywords: basin water resource management, sustainable groundwater development, regional groundwater flow system, Tokyo metropolitan area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流域水資源管理に求められる地下水モニタリングー首都圏既設観測井網を活用した地下水開発の影響評価ー

Integrated groundwater monitoring required for sustainable basin water resources management: Evaluation of effects of groundwater development utilized existing observation well network in the Tokyo metropolitan area

*宮越 昭暢[1]、林 武司[2]、八戸 昭一[3]、濱元 栄起[3]
*Akinobu Miyakoshi[1], Takeshi Hayashi[2], Shoichi Hachinohe[3], Hideki Hamamoto[3]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センターー　活断層・火山研究部門、2. 秋田大学教育文化学部、3. 埼玉県環境科学国際センターー
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Faculty of Education and Human Studies, Akita University, 3. Center for Environmental Science in Saitama

筆者らは，世界有数の大都市圏である首都圏を対象として，都市域における地下水開発や揚水規制等により変化する地下水流動や都市特有の熱環境や地球温暖化に伴う気候変動が地下水・地下熱環境に及ぼす影響等を把握するため，地下温度観測を継続的に実施している。これらの調査結果により，首都圏の地下水・地下熱環境が長期かつ広域・大深度に複雑な変化を示すことが明らかとなってきた。例えば，関東平野南部の事例（宮越ほか，2017）では，東京都および埼玉県内に分布する既存の地盤沈下・地下水位観測井にて過去10年間に測定された地下温度プロファイルの比較検討から，地下浅部の温度が継続的に上昇しており，地下温度上昇が地下水涵養域に相当する台地において，より深部まで及んでいることを報告した。また，関東平野北部の事例（宮越ほか，2016）では，群馬県南部および栃木県南部の既設観測井で測定した現在の地下温度プロファイルと，既往の1960～70年代の地下水温のデータを比較検討することにより，地下水開発と揚水規制による地下水流動の変化に起因して深度100～300ｍの地下温度が過去40～50年の長期にわたって変化していることを報告した。これらの結果は地下水流動の変化が，地下温度分布ならびに地下温度変化のアノマリーとして表れることを示している。

これら先行研究は，数年～十数年間隔で断続的に実施された繰返し測定結果の比較検討から求めた地下温度変化に基づくものである。一方で，地下水開発は時代ごとの社会的な要請に応じて変化するものであり，近年は，水資源としての地下水需要が再び高まっている。地下水に対する社会的需要に対応して持続可能な地下水資源管理を行うためには，流域スケールでの水資源管理に加え，地域スケールでの地下水環境の変化を即応的に捉えることが必要となる。地下水環境の変化には，都市化に伴う地上・地下構造物からの排熱や気候変動による地下熱環境の変化も含まれる。筆者らは，2007年（埼玉県内4地点）および2012・2013年（東京都内6地点，宮越ほか，2017）から地下温度の高精度モニタリングを実施し，地下温度の連続的かつ微細な変化と，深度による変化傾向の差異を調査してきた。その結果，地下水流動の涵養域にあたる埼玉県南西部および東京都西部の台地部と下流側に位置する埼玉県南東部や東京都東部の低地部では，温度上昇率の値や季節的な変動傾向に差異が認められた。

また，地下水利用の多様化に伴って，地下水の揚水時期や揚水量だけでなく地下水開発深度も変化することが想定される。このような地下水開発の変化に対応するためには，既設観測井網を活用し，より多くの観測データを蓄積することが有効である。例えば地下温度では，自記記録計を用いた多深度での地下温度モニタリングに加えて，光ファイバー温度計を用いた温度プロファイルモニタリングを併用することにより，帯水層内で生じる地下水フラックスの変動や，複数の地域スケールでの地下水流動の変化を把握することが可能である（例えば，Yamano and Goto，2001；Benseほか，2016など）。各観測地点で観測された地下温度の変動を，地下地質構造や地盤や広域的な地下水流動の変化と併せて解析することにより，都市化や地下水開発が地下水環境に与える影響を即応的に把握・評価することができる。流域水資源管理ならびに持続可能な地下水利

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

用を実現するためには，既設観測井網を活用した即応的な地下水開発監視・評価システムの確立が不可欠である。本発表は埼玉県ー秋田大学ー産業技術総合研究所による共同研究の成果の一部である。

キーワード：流域水資源管理、持続可能な地下水開発地盤沈下・地下水位観測井網，首都圏、地下水・地下温度モニタリング、地盤沈下・地下水位観測井網、首都圏
Keywords: Basin water resources management, Sustainable groundwater development, Groundwater and subsurface temperature monitoring, Land subsidence and groundwater level observation well network, , Tokyo metropolitan area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

STORMWATER DRAINAGE SYSTEM OF AN INDIAN TOWN: WHETHER SUSTAINABLE?

*Rajesh Kumar Vishwakarma[1], Dr. Himanshu Joshi[1]

1. Indian Institute of Technology, Roorkee

In the last few decades, the world has witnessed rapid urbanization. One of the many complex problems which have come up with increased urbanization is that of rapid drainage of storm water from the inhabited areas. This paper presents sustainability evaluation of storm water drainage system of an Indian urban town and interpretation of the findings in order to explore solution. To determine and monitor the implementation of sustainable storm water paradigm, the sub-committee for development of “National (Indian) sustainable habitat parameters on urban storm water management” has developed the key parameters and indicators which are: Natural drainage system index, Drainage coverage (constructed) index, Permeability index, Water bodies rejuvenation index, water body vulnerability index, Water logging index, Area vulnerability index, Storm water discharge quality index and Rainfall intensity index etc. The sustainability indices for the storm water have been computed within the limit on 0 to 1 scale. Interpretation of the computed indices has thrown light on the current status of the system and the desired developments.

Keywords: Storm water, Drainage system, SuDS, Indicators

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using a genetic algorithm to investigate the spatial arrangement of low impact development facilities: a case study of National Taiwan University campus.

*Chung-Yuan Liang[1], Gene Jiing-yun You[1]

1. National Taiwan University

With urban development, surface runoff and peak flow in cites continuously increase and the insufficient capacity of the sewer system induces more and more urban flooding problems. Low Impact Development (LID), one of the source control strategies, uses functionally equivalent hydrologic landscape to improve the ability of infiltration and retention so that the hydrologic condition of the urban surface can be more returned to the pre-development state. Although LID is a kind of the source control strategies, previous studies seldom focus on the spatial arrangement of LID in an urban watershed but only focus on the mechanism units of LID facilities or simple case studies of its implications. This study took the main campus of National Taiwan University (NTU) as a case study. We combined SWMM and a genetic algorithm (GA) to simulate under 36 different rainfall scenarios. The program optimizes installed area size of LID in each sewershed with two different budgetary constraints. By this way, we can know what kind of watershed allocation of LID is more effective for reducing peak flow. In addition, statistical and hydrologic methods are used to analyze the results of optimization. Through analyzing the mechanism of a single unit of LID and optimizing the installed area size of LID in each subcatchment, we can find out how LID reduce peak flow from the microscale and the macroscale. This mechanism of LID also corresponds to the analysis results from optimization, which elaborated that the first priority of setting LID is located at the midstream of the main line where the peak flow concentrates on the peak outflow of the basin rather than before it or after it. In the end, we suggest a LID spatial arrangement strategy for the reference to further city planning.

Keywords: Low Impact Development (LID), Optimization, Genetic Algorithm (GA), SWMM, Urban Hydrology, Urban Drainage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 104 1F

[A-CG33] 中緯度海洋と大気

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、佐々木 克徳(Hokkaido University)、西川 はつみ(北海道大学　低温科学研究所)、大石 俊(名古屋大学　宇宙地球環境研究所　陸域海洋圏生態研究部)、座長:西井 和晃(三重大学)

中緯度域の海洋・大気現象に関連した，メソスケールから海盆規模の現象，短周期変動から温暖化などの長期変動にいたるまでの幅広い時間・空間スケールの研究成果を持ち寄り，更なる中緯度大気海洋相互作用系の理解を深めることを目指す．また乱流・混合や温暖化応答などの物理過程から生態系に至る多角的な観点からの発表も歓迎する。

13:45 ~ 14:05

[ACG33-01] Gulf Stream and Kuroshio are synchronized

★Invited Papers

*神山 翼[1]、三浦 裕亮[1]、木戸 晶一郎[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

14:05 ~ 14:20

[ACG33-02] A study on mixed layer depth variability in the Kuroshio Extension region based on a frontal Ekman model

*東塚 知己[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

14:20 ~ 14:35

[ACG33-03] Mechanisms of Reemergence in the North Pacific revealed by Mixed Layer Heat Budget Analysis

*村田 壱学[1]、木戸 晶一郎[1]、東塚 知己[1] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻大気海洋講座)

14:35 ~ 14:50

[ACG33-04] Formation mechanism for the North Pacific Transition domain SST and SSS fronts

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、奥西 武[2]、伊藤 進一[3]、和川 拓[4]、長谷川 大介[2]、美山 透[5]、金子 仁[2] (1.北海道大学　低温科学研究所、2.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3.東京大学　大気海洋研究所、4.国立研究開発法人　水産研究・教育機構　日本海区水産研究所、5.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

14:50 ~ 15:10

[ACG33-05] Impact of the Kuroshio front on frontal structure of an extratropical cyclone associated with heavy precipitation

★Invited Papers

*平田 英隆[1]、川村 隆一[2]、吉岡 真由美[1]、野中 正見[3]、坪木 和久[1] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2.九州大学　大学院理学研究院、3.海洋研究開発機構　アプリケーションラボ)

15:10 ~ 15:15

[ACG33-06] Discussion on future studies on the role of midlatitude oceans

*西井 和晃[1] (1.三重大学大学院生物資源学研究科)

Gulf Stream and Kuroshio are synchronized

*神山 翼[1]、三浦 裕亮[1]、木戸 晶一郎[1]
*Tsubasa Kohyama[1], Hiroaki Miura[1], Shoichiro Kido[1]

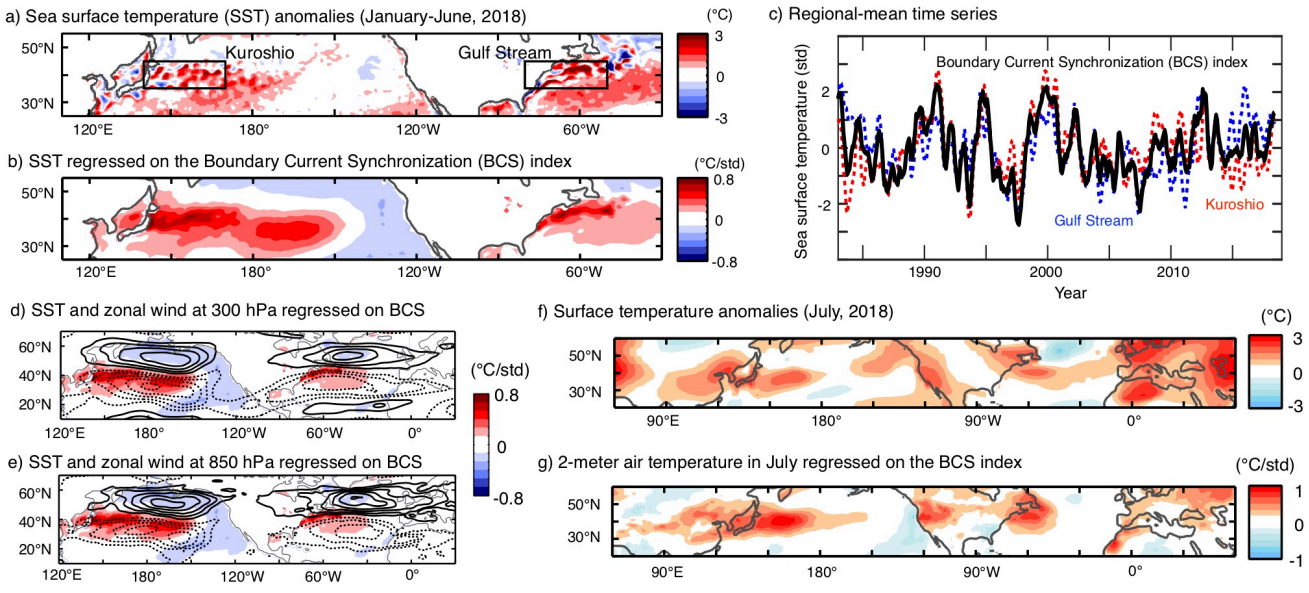
1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

The Gulf Stream and the Kuroshio transport heat from the tropics to the extratropics, and their temperature variations affect densely-populated areas in the northern hemisphere through extreme weather and fisheries production. The two warm ocean currents are separated by the North American continent, and thus, they cannot exchange heat by the oceanic circulation within a few years.

In this presentation, however, we show that sea surface temperatures (SST) of the two warm currents are synchronized for interannual to decadal time scales. This synchronization, which we refer to as the Boundary Current Synchronization (BCS), is associated with the meridional migrations of the atmospheric jet stream. The singular value decomposition (SVD) analysis between SST and zonal wind shows that, from the conventional viewpoint, BCS is explained as the covariability shared by the Pacific Decadal Oscillation and the Northern Annular Mode. Nevertheless, the SVD time series exhibit high correlations with the zonal-mean meridional SST difference between subtropics and midlatitudes, which supports the notion that BCS may be understood better as the annular mode of the upper ocean.

We also discuss some implications for extreme weather and climate change. The regression map of 2-meter temperature on the BCS index exhibits a similar pattern to the temperature pattern in July 2018, which implies an essential relationship between BCS and the abnormally hot summer. BCS also connects two apparently unrelated global warming responses: the western boundary currents warm faster than the global mean, and that the atmospheric jet stream shifts poleward.

キーワード：大気海洋相互作用、黒潮、メキシコ湾流、大気ジェット気流
Keywords: Atmosphere-Ocean interactions, Kuroshio, Gulf Stream, Atmospheric jet stream



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A study on mixed layer depth variability in the Kuroshio Extension region based on a frontal Ekman model

*東塚 知己[1]
*Tomoki Tozuka[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

In oceanic frontal regions, surface geostrophic currents have a vertical shear aligned with the density front that can balance a portion of the surface wind stress, and only the portion of the wind stress that is not in balance with the surface geostrophic shear (i.e. "effective wind stress") forces an ageostrophic Ekman spiral. Thus, if the front were uniform with depth, it is expected that the vertical velocity at tthe mixed layer base is better represented by the curl of the effective wind stress, rather than the full wind stress. In this study, we have examined the above in the Kuroshio Extension region, where a prominent sea surface temperature front exists, and some preliminary results based on an analysis of a high-resolution ocean assimilation product are presented.

キーワード：混合層厚、前線エクマンモデル、エクマン・パンピング、黒潮続流
Keywords: Mixed layer depth, Frontal Ekman model, Ekman pumping, Kuroshio Extension

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mechanisms of Reemergence in the North Pacific revealed by Mixed Layer Heat Budget Analysis

*村田 壱学[1]、木戸 晶一郎[1]、東塚 知己[1]
*Kazumichi Murata[1], Shoichiro Kido[1], Tomoki Tozuka[1]

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻大気海洋講座
1. Department of Earth and Planetary Science, School of Science, The University of Tokyo

Wintertime sea surface temperature (SST) anomalies that disappear in summer and recur in the following winter is called “reemergence”. Previous studies suggested that temperature anomalies that subduct into the subsurface during the shoaling phase of the mixed layer are preserved under the mixed layer due to isolation from atmospheric forcing and reentrained into the surface mixed layer. Since reemergence is considered to play an important role in the Pacific Decadal Oscillation, it is important to understand its mechanisms, but past studies are mostly based on statistical analyses. Therefore, in this thesis, the mechanisms of reemergence in the North Pacific is clarified quantitatively by an online mixed layer heat budget analysis with an ocean model simulation.

Following a method proposed by a previous study, areas with reemergence are detected and the focus of this study is the Reemergence Area (RA, 35˚-40˚N, 155˚-145˚W) in the central North Pacific. In the RA, the Reemergence Years (RYs) are determined and the mixed layer heat budget analysis is conducted with the integration of the Regional Ocean Model System (ROMS) covering the RA. In contrast to past studies that suggested importance of anomalous entrainment term, it is shown that several mechanisms are operating in reemergence. In particular, the anomalous Ekman meridional advection of the mean meridional temperature gradient induced by zonal wind stress anomalies plays an important role in many RYs. Also, coincidence in the sign of SST anomalies in winter and surface heat flux anomalies in the following autumn leads

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

to recurrence of SST anomalies in some RYs. On the other hand, the conventional mechanism related to the mean entrainment of anomalous temperature contributes to reemergence in two RYs.

キーワード：海洋再出現過程、北太平洋、混合層熱収支解析
Keywords: Reemergence, North Pacific, mixed layer heat budget analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Formation mechanism for the North Pacific Transition domain SST and SSS fronts

*西川 はつみ[1]、三寺 史夫[1]、奥西 武[2]、伊藤 進一[3]、和川 拓[4]、長谷川 大介[2]、美山 透[5]、金子 仁[2]
*Hatsumi Nishikawa[1], Humio Mitsudera[1], Takeshi Okunishi[2], Shin-ichi Ito[3], Taku Wagawa[4], Daisuke Hasegawa[2], Toru Miyama[5], Hitoshi Kaneko[2]

1. 北海道大学　低温科学研究所、2. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構　東北区水産研究所、3. 東京大学　大気海洋研究所、4. 国立研究開発法人　水産研究・教育機構　日本海区水産研究所、5. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. Tohoku National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 4. Japan Sea National Fisheries Research Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 5. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The North Pacific Transition Domain is the area where water exchange between subtropical and subarctic is carried out and there are SST and SSS fronts. The Transition domain is very important area for air-sea interaction, ocean mixed layer formation, biological production, and so on. In this study, to clarify SST and SSS fronts structure and its formation mechanism in the transition domain, we analyzed the data of drifting buoys observation in 2015 and 2017 and modelled particles trajectory.

The buoy trajectories and the modelled trajectories captured the flow structure (i.e. front structure) in detail. They suggest that the flow structure in the transition domain is dominated by low rise bottom topography. We also showed mixing ratio of the subarctic and the subtropical seawater in the Transition domain using the particle tracking. In addition, it was also found that the place where the sea water tends to stagnate well corresponds to the place where the SST deviation appears due to the variation of the Isojet jet J1 indicated by Mitsudera et al. (2018).

キーワード：海底地形、海面水温フロント、海面塩分フロント、亜熱帯ー亜寒帯海水交換
Keywords: bottom topography, SST front, SSS front , Subtropical-Subarctic Seawater exchange

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of the Kuroshio front on frontal structure of an extratropical cyclone associated with heavy precipitation

*平田 英隆[1]、川村 隆一[2]、吉岡 真由美[1]、野中 正見[3]、坪木 和久[1]
*Hidetaka Hirata[1], Ryuichi Kawamura[2], Mayumi K Yoshioka[1], Masami Nonaka[3], Kazuhisa Tsuboki[1]

1. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2. 九州大学　大学院理学研究院、3. 海洋研究開発機構　アプリケーションラボ
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

It is well known that sea surface temperature (SST) fronts associated with warm ocean currents create horizontal thermal gradients in the near-surface atmosphere in the mid-latitudes. These thermal gradients may affect frontal structure of extratropical cyclones passing near warm currents. Moreover, fronts influenced by the mid-latitude ocean may be related to the occurrence of heavy precipitation. To answer these questions, we examined the impact of the SST front along the Kuroshio Current (Kuroshio front) on the frontal structure of an extratropical cyclone associated with heavy precipitation by utilizing observational data, objective analysis data, and regional cloud-resolving numerical experiments. This study paid special attention to an extratropical cyclone and related heavy precipitation on Miyake Island in early January 2017. When the cyclone intensified around the Kuroshio front, two surface fronts developed around the cyclone center. One was a warm front. The other was a non-classic front, which was called the outer front in this study, forming on the northern side of the warm front. A line-shaped precipitation band and a comma head-shaped precipitation band appeared along the outer front and along the bent-back warm front, respectively. During the passage of these bands, heavy precipitation was observed on Miyake Island. Looking at the evolution of the outer front, we found that it was located just along the Kuroshio front in its early life. During the formation stage of the incipient outer front, sensible heat supply was evident from the Kuroshio Current, whereas it was small on the northern side of the oceanic front. This meridional difference in sensible heating caused frontogenesis along the Kuroshio front, which led to the initial formation of the front. Thus, the Kuroshio front played an important role in the formation of the incipient outer front, contributing to the occurrence of the heavy precipitation.

キーワード：温帯低気圧、黒潮、大雨
Keywords: extratropical cyclone, Kuroshio, heavy precipitation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discussion on future studies on the role of midlatitude oceans

*西井 和晃[1]
*Kazuaki Nishii[1]

1. 三重大学大学院生物資源学研究科
1. Graduate School of Bioresources, Mie University

Here, we will discuss future plans of studies on the role of midlatitude oceans in driving the atmospheric variability, and its feedback onto the midlatitude oceans.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 104 1F

[A-CG33] 中緯度海洋と大気

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、佐々木 克徳(Hokkaido University)、西川 はつみ(北海道大学　低温科学研究所)、大石 俊(名古屋大学　宇宙地球環境研究所　陸域海洋圏生態研究部)、座長:大石 俊

中緯度域の海洋・大気現象に関連した，メソスケールから海盆規模の現象，短周期変動から温暖化などの長期変動にいたるまでの幅広い時間・空間スケールの研究成果を持ち寄り，更なる中緯度大気海洋相互作用系の理解を深めることを目指す．また乱流・混合や温暖化応答などの物理過程から生態系に至る多角的な観点からの発表も歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[ACG33-07] Intra-seasonal variability of oceanic low-level cloud in summertime North Pacific and its interaction with sea surface temperature

★Invited Papers

*高橋 直也[1]、早坂 忠裕[1] (1.東北大学理学研究科地球物理学専攻大気海洋変動観測研究センター)

15:45 ~ 16:00

[ACG33-08] **Sea surface temperature trend in the East China Sea during the 20th century simulated by a regional ocean model**

*佐々木 克徳[1]、梅田 千智[1] (1.北海道大学)

16:00 ~ 16:15

[ACG33-09] Kuroshio Extension and Gulf Stream’s influences on the variability of near-surface baroclinicity and the associated atmospheric fields

★Invited Papers

*田口 文明[1]、西井 和晃[2]、中村 尚[1,3] (1.東京大学　先端科学技術研究センター、2.三重大学　生物資源学部、3.海洋研究開発機構　アプリケーションラボ)

16:15 ~ 16:30

[ACG33-10] Baroclinic Annular Mode in the Southern Hemisphere: Its Reproducibility and Sensitivity to Ocean Fronts assessed in Aqua-Planet Experiments

*中山 盛雄[1]、水越 正敏[1]、中村 尚[1]、小坂 優[1]、田口 文明[1]、森 正人[1]、小川 史明[2] (1.東京大学先端科学技術研究センター、2.ベルゲン大学)

16:30 ~ 16:45

[ACG33-11] **Hydro-climatic variation in northwestern China and its multi-decadal to multi-centennial teleconnection with the Pacific Ocean**

*Harry F Lee[1] (1.The Chinese University of Hong Kong)

16:45 ~ 17:00

[ACG33-12] Atmospheric zonal-mean meridional circulation and midlatitude oceanic fronts

*西井 和晃[1]、田口 文明[2]、中村 尚[2] (1.三重大学大学院生物資源学研究科、2.東京大学先端科学技術研究センター)

Intra-seasonal variability of oceanic low-level cloud in summertime North Pacific and its interaction with sea surface temperature

*高橋 直也[1]、早坂 忠裕[1]
*Naoya Takahashi[1], Tadahiro Hayasaka[1]

1. 東北大学理学研究科地球物理学専攻大気海洋変動観測研究センター
1. Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University,

Oceanic low-level cloud (i.e. fog, stratus, and stratocumulus) properties are important to determine radiative cooling at the sea surface via reflecting incident solar radiation, and they strongly interact with sea surface temperature (SST) with positive feedback process (Norris et al. 1998). Despite the importance of the role of low-level cloud in climate change or air-sea interaction, the mechanism of cloud evolution on short time-scale is not well investigated. Thus, the objective of this study is to reveal the evolution of low-level cloud cover (LCC) associated with cloud controlling parameters (e.g. SST, horizontal temperature advection, relative humidity in atmospheric boundary layer, and so on) on short time scale which cannot be revealed by monthly-mean dataset.

For cloud data, we used the level-3 daily gridded data product from MODIS imager (MYD08_D3) with 1 degree of horizontal resolution. OISST and ERA-Interim are used for SST and meteorological parameters, respectively. Spatial and temporal resolutions of these dataset are interpolated into that of MODIS. Target region is western North Pacific (150E-180E, 30N-40N) where standard deviation of LCC in summertime (JJASO) is large. Target period is each summertime from 2003 to 2016. To extract the shorter time-scale variability, we applied Lanczos band-pass filter for each variable. The extracted time scale by the band-pass filter is discussed in the next paragraph.

To investigate dominant time scales of LCC and SST, Fast Fourie Transform (FFT) analysis is applied. The results of FFT analysis for each variable show that 3-7-day and 20-100-day are dominant time-scale for LCC. The dominant time scale of temperature advection (Tadv) is similar to shorter one of LCC, which implies that Tadv is a key factor to control LCC on synoptic time scale rather than SST. On the other hand, for more longer time scale (20-100-day; intra-seasonal time scale), the correlation between SST and LCC is consistent with the previous studies (Norris 2000). To investigate the evolution process of LCC and SST on both time-scale, we applied the band-pass filter to them with two time-scale; (1) 3-7 day and (2) 20-100 day.

We further conducted phase composite analysis for each time scale. The result shows that (1) variation of SST (Tadv) lags (leads) to that of LCC on both time scales but (2) propagating direction of LCC anomaly and associated specific and relative humidity is eastward (westward) on synoptic (intra-seasonal) time scale. The difference in amplitude and propagation direction of LCC on each time-scale depend on different atmospheric dynamics and variation of associated moisture field. The above results also suggest that anomalous dry-cold Tadv is a trigger to increasing in LCC and SST decreasing is followed by them. This lead-lag relationship among each variable is clear on the intra-seasonal time scale. Temperature budget analysis for ocean mixed-layer shows that the SST decreasing is caused by shortwave cooling due to low-level cloud radiative effect and enhanced latent heat release. It emphasizes an importance of anomalous Tadv for the intra-seasonal variations of not only LCC but also SST.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：夏季北太平洋、下層雲、総観規模擾乱・季節内振動、大気海洋相互作用、衛星観測データ解析
Keywords: Summertime North Pacific, Oceanic low-level cloud, Synoptic and intra-seasonal variabilities, Air-sea interaction, Satellite observations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sea surface temperature trend in the East China Sea during the 20th century simulated by a regional ocean model

*佐々木 克徳[1]、梅田 千智[1]
*Yoshi N Sasaki[1], Chisato Umeda[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

It has been reported that the East China Sea is one of the region where the sea surface temperature (SST) trend during the 20th century is a couple of times larger than the global mean SST trend. However, the detailed spatial structure of the SST trend in the East China Sea, especially in the early 20th century, and its quantitative mechanism have not been understood. The present study examines the SST trend in the East China Sea from 1901 to 2010 by using a regional ocean modeling system (ROMS) with an eddy-resolving horizontal resolution (0.1°) from 1871 to 2010. The spatial pattern of our simulation resembles that of the observations. That is, our simulation can reproduce the SST rise along the Kuroshio axis and over the continental shelf along the coast of China. The amplitude of the SST trend in the simulation is within the range between the two observations. The heat budget analysis revealed that the oceanic advection induced the SST rise in both regions. More specifically, the acceleration of the ocean currents plays an important role in the warming of the SST in both regions. In contrast, surface net heat flux acted as the damping of the SST rise.

キーワード：黒潮、地球温暖化、海洋モデル
Keywords: Kuroshio, global warming, ocean model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kuroshio Extension and Gulf Stream’s influences on the variability of near-surface baroclinicity and the associated atmospheric fields

*田口 文明[1]、西井 和晃[2]、中村 尚[1,3]
*Bunmei Taguchi[1], Kazuaki Nishii[2], Hisashi Nakamura[1,3]

1. 東京大学　先端科学技術研究センター、2. 三重大学　生物資源学部、3. 海洋研究開発機構　アプリケーションラボ
1. Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Bioresources, Mie University, 3. Application Laboratory, Japan Agency of Marine-Earth Science and Technology

Evidence is mounting that mid-latitude western boundary currents (WBCs) can influence large-scale atmospheric circulation variability on interannual-to-decadal time scales. It is, however, still unclear how significantly such extra-tropical oceanic influences stand out of the intense variability intrinsic to the mid-latitude atmosphere. Here we examine the influences of extra-tropical oceanic frontal zone and its variability in the Gulf Stream (GS) and Kuroshio Extension (KE) regions on winter-season atmospheric variability in 20-member ensemble historical AGCM simulations with a horizontal resolution about 100km prescribed with satellite-observed, high-resolution sea surface temperature (SST) and sea-ice variability for the period 1982-2013. We focus on the near-surface baroclinicity $\boldsymbol{B}$ at 925 hPa as the quantity that is crucial for baroclinic eddy growth in the troposphere and is likely to be highly constrained by underlying oceanic frontal zones via air-sea heat exchange. We characterize the $\boldsymbol{B}$ variability separately in the GS and KE regions by applying EOF analysis to DJF-mean $\boldsymbol{B}$ across all the ensemble members and to that based on JRA55 reanalysis and then examine atmospheric and sea surface fields associated with their leading modes.

The simulations capture well the spatial structure of the observed $\boldsymbol{B}$ variability in both the WBC regions. Their leading modes (EOF1), explaining 42% (35%) of the total variance, represents intensifications of $\boldsymbol{B}$ over the GS (KE). While the EOF1 in the GS region is associated with enhanced storm track activity and westerly jet aloft, and geopotential height anomalies that resemble the negative phase of North Atlantic Oscillation (NAO), the EOF1 in the KE region is associated with a meridional dipole in height anomalies that resembles Western Pacific pattern. Further analysis of surface heat flux and SST anomalies contrasts the role of the two WBCs in the variability of $\boldsymbol{B}$ and the associated atmospheric features. Specifically, the enhanced $\boldsymbol{B}$ in the GS region is associated with enhanced heat release from the ocean, but with no SST anomalies, when cold air outbreaks spread across the sharp SST front over the GS. Over the KE, on the other hand, ocean-induced warm SST anomalies enhance heat release from the ocean, strengthening the overlying $\boldsymbol{B}$. Consistently, the evolution of observed PC1 time series is captured by the ensemble mean of the simulated PC1 in the KE region (r=0.46) but not in GS region (r=0.05). The former indicates the KE-induced SST anomalies adds a predictable component to $\boldsymbol{B}$ and the associated atmospheric variability in the North Pacific, while the latter reflects the variability mainly initiated by intrinsic NAO.

キーワード：ストームトラック　、西岸境界流、年々～十年規模変動、偏西風
Keywords: Atmospheric storm track , Western boundary currents , interannual-to-decadal variability, westerly jet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Baroclinic Annular Mode in the Southern Hemisphere: Its Reproducibility and Sensitivity to Ocean Fronts assessed in Aqua-Planet Experiments

*中山 盛雄[1]、水越 正敏[1]、中村 尚[1]、小坂 優[1]、田口 文明[1]、森 正人[1]、小川 史明[2]
*Morio Nakayama[1], Masatoshi Mizukoshi[1], Hisashi Nakamura[1], Yu Kosaka[1], Bunmei Taguchi[1], Masato Mori[1], Fumiaki Ogawa[2]

1. 東京大学先端科学技術研究センター、2. ベルゲン大学
1. RCAST, the University of Tokyo , 2. The University of Bergen

Large-scale tropospheric variability in the extratropical Southern Hemisphere is characterized by two major and independent modes. One is the barotropic annular mode or the Southern Annular Mode (SAM), which represents meridional shifts of the eddy-driven polar front jet (PFJ; Thompson and Wallace, 2000). The other is the Baroclinic Annular Mode (BAM), which represents pulsing of stormtrack activity (Thompson and Woodworth, 2014).

In this study, the sensitivity of BAM to the midlatitude oceanic frontal zone is assessed through aqua-planet experiments in which, after the removal of landmasses, zonally symmetric distributions of sea-surface temperature (SST) are prescribed as the lower boundary condition of an atmospheric general circulation model AFES. In our control experiment, climatological SST profiles observed over the South Indian Ocean in austral summer and winter are prescribed in the model northern and southern hemispheres, respectively. The profiles are characterized by frontal SST gradient at 45˚ latitude. In our NF experiment, the frontal SST gradients are removed by raising SST artificially poleward of the front. The two experiments are both conducted over 3600 days under a perpetual condition with insolation fixed to the boreal summer solstice.
As in the observations, BAM signatures in the control experiment represent pulsing of the climatological stormtrack anchored in the vicinity of the oceanic front. By contrast, in the NF experiment without the oceanic frontal zone, BAM cannot be reproduced: BAM-associated anomalies of eddy kinetic energy and poleward eddy heat flux are reduced by ~30% and ~50%, respectively, and their peaks are displaced equatorward by ~5˚ from the oceanic frontal zone. Our experiments therefore suggest that the oceanic frontal zone enhances and anchors the BAM variability by strengthening stormtrack activity through maintaining near-surface baroclinicity. Specifically, anomalous sensible heat flux from the ocean acts to restore the meridional gradients in surface air temperature modified by anomalous meridional eddy heat flux associated with BAM, and this effect is greatly enhanced under the frontal SST gradient.

キーワード：環状モード、海洋前線帯、水惑星実験
Keywords: Annular mode, Oceanic frontal zone, Aqua-planet experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hydro-climatic variation in northwestern China and its multi-decadal to multi-centennial teleconnection with the Pacific Ocean

*Harry F Lee[1]

1. The Chinese University of Hong Kong

Northwestern (NW) China region locates in the boundary region between the Westerlies and the Asian Monsoon. Due to its unique geographical setting, scientific studies that examine the long-term dynamics of the hydro-climate there have received particular attention in recent years. However, these studies are often constrained by the availability of instrumental precipitation records. The present study seeks to address this issue. I based on historical drought/flood records to trace the geographic extent of drought anomalies as well as the intra-regional precipitation variability in NW China in AD580–2008, covering the periods with and without instrumental precipitation records. Moving correlation and wavelet analyses were applied to find their significant determinants. Results show that El Niño Southern Oscillation (Indo-Pacific warm pool sea surface temperature) is the major multi-decadal to centennial (centennial to multi-centennial) determinant of the hydro-climatic variability in NW China. The associated mechanism is anchored with the change of Asian Summer Monsoonal precipitation, while it is driven by different factors at different time-scales. The above findings may help predict the occurrence of drought in the boundary region between the Westerlies and the Asian Monsoon in the extratropics.

Keywords: Hydro-climate, northwestern China, Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Atmospheric zonal-mean meridional circulation and midlatitude oceanic fronts

*西井 和晃[1]、田口 文明[2]、中村 尚[2]
*Kazuaki Nishii[1], Bunmei Taguchi[2], Hisashi Nakamura[2]

1. 三重大学大学院生物資源学研究科、2. 東京大学先端科学技術研究センター
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo

It is known that, in the zonal-mean tropospheric circulation, diabatic heating drives a thermally direct meridional overturning circulation (MOC) called the Hadley cell. While in the midlatitudes, zonal-mean vertical motion is driven mainly by atmospheric eddies, forming a thermally indirect MOC called the Ferrel cell where warmer (cooler) air apparently sinks (rises) in lower (higher) latitudes. Here we found a thermally-direct, shallow MOC embedded in the downward branch of the zonal mean Ferrel cell in the wintertime northern hemisphere in most of the latest generation reanalysis datasets. AGCM simulations reveal that this local MOC, made of upward (downward) motion around latitudes to the equatorward (poleward) side of midlatitude oceanic fronts, is driven by differential diabatic heating across the ocean fronts due to surface turbulent heat flux from the ocean and precipitation brought by synoptic-scale eddies. The compensating meridional flow in the lowermost atmosphere is northerlies, which decelerates surface westerlies just over the oceanic fronts through the Coriolis force. The decelerated surface westerlies by oceanic fronts in turn exert wind-stress curl forcing that tends to weaken oceanic subpolar and subtropical gyres, indicative of an air-sea coupled feedback that would destruct, rather than maintain, the oceanic fronts.

キーワード：中緯度海洋前線、鉛直流、傾圧性
Keywords: Midlatitude oceanic front, vertical motion, baroclinicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[A-CG33] 中緯度海洋と大気

コンビーナ:西井 和晃(三重大学大学院生物資源学研究科)、佐々木 克徳(Hokkaido University)、西川 はつみ(北海道大学　低温科学研究所)、大石 俊(名古屋大学　宇宙地球環境研究所　陸域海洋圏生態研究部)

中緯度域の海洋・大気現象に関連した，メソスケールから海盆規模の現象，短周期変動から温暖化などの長期変動にいたるまでの幅広い時間・空間スケールの研究成果を持ち寄り，更なる中緯度大気海洋相互作用系の理解を深めることを目指す．また乱流・混合や温暖化応答などの物理過程から生態系に至る多角的な観点からの発表も歓迎する。

[ACG33-P01] 粒子追跡法を用いた北太平洋亜寒帯境界における海水交換の解析

*芦田 隼人[1]、三寺 史夫[2]、西川 はつみ[2] (1.北海道大学理学部地球惑星科学科、2.北海道大学低温科学研究所)

[ACG33-P02] オブダクションが海洋混合層に与える影響の評価

*川合 義美[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[ACG33-P03] Influence of the interannual-scale Bering Sea ice variation on cold air outbreaks

*飯田 瑞生[1]、杉本 周作[1]、利雄 須賀[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻地球環境物理学講座)

粒子追跡法を用いた北太平洋亜寒帯境界における海水交換の解析
Analysis of water exchange processes at the Subarctic Boundary of the North Pacific using particle tracking method

*芦田 隼人[1]、三寺 史夫[2]、西川 はつみ[2]
*Ashida Hayato[1], Humio Mitsudera[2], Hatsumi Nishikawa[2]

1. 北海道大学理学部地球惑星科学科、2. 北海道大学低温科学研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

北太平洋の混合水域は気候変動や生態系変動に考えられており、Isoguchi et al.[2006]では西岸境界から離れて二つの準定常ジェットが形成されることが指摘された。Mitsudera et al.[2018]ではそのジェットの形成のメカニズムと近傍に存在する標高わずか500mの地形との関係が示された。

平均海面高度のコンターより、北アメリカ大陸の西岸に亜寒帯循環と亜熱帯循環の境界がはっきりとわかる。その境界をたどるとJ2(Isoguchi et al.[2006])を通り160˚E付近で40˚Nの緯線に一致する。38-42˚N155-165˚Eの海域(Box)に着目し、Boxに粒子を配置し粒子追跡を行った。

Boxの北東43˚N167˚Eに存在する標高約500mの微高地形M2(Isoguchi et al.[2006])が存在するためにM2の東側にできる準定常ジェットJ2はBox近傍で顕著な流れを形成したが、Boxの40˚N以南を通った水はほとんどがそのまま亜熱帯へ行きJ2の影響をあまり受けないことが分かった。

Boxに入ってくる水は大部分を黒潮起源水Kuroが占め、親潮起源水Oyaはわずかであった。Boxに入ってくるKuroはBoxの40˚N以南でその割合が6割を超えた。Boxの南側から流されたKuroはほとんどが亜熱帯循環に戻っていくが、Boxの40˚N以北から流されたKuroは多くが亜寒帯循環へと入っていく。Boxの北側はJ2の影響を受けやすいと考えられるので、Kuroの亜寒帯への輸送においてJ2の担う役割は大きいと考えられる。また、Boxに入ってくる親潮起源の水OyaはBoxの40˚N以南では1割程度の割合だが、40˚N以北では3，4割ほどとOyaも40˚Nを境にして割合が変化した。OyaはBoxの北側に行くほど亜寒帯循環に戻っていく可能性が高いが、亜熱帯循環に入っていくOyaも見受けられる。
J2は、亜熱帯循環由来の高温高塩であるBoxの水を低温低塩な亜寒帯に運ぶ役割を担っており、水深約6000mの北太平洋において標高がわずか500m程度の微高地形が海洋循環に影響を与えていると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

オブダクションが海洋混合層に与える影響の評価
Method to evaluate the effect of obduction on properties in the ocean mixed layer

*川合 義美[1]
*Yoshimi Kawai[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Repeat hydrographic surveys revealed that the warming already extended to the global abyssal waters. The circulation of heat, freshwater and materials absorbed into the ocean, however, has not been investigated enough. The ocean mixed layer in the extratropics usually becomes deepest in winter or early spring due to strong surface cooling and wind stress. In the following warm season, the seasonal pycnocline is formed in the upper layer, and the remnant of the winter mixed layer below the seasonal pycnocline is isolated from the atmosphere. While some part of the isolated layer is entrained into the mixed layer again in the following winter, the other part is transported along an isopycnal surface into the permanent pycnocline irreversibly. The latter process is referred to as “subduction”, and one of the major processes by which properties of the upper layer facing the atmosphere are transferred into the ocean interior. The opposite process of subduction is “obduction”: water of the permanent pycnocline is entrained into the mixed layer when it deepens in autumn and winter. This process is also expected to be important for the atmosphere, especially its long-term variations, since it brings anomalies of temperature, carbon dioxide, and other properties in the ocean interior to the surface layer. Subduction and obduction rates are great in regions where the winter mixed layer becomes deeper.
The budget of the ocean mixed layer consists of five components: surface forcing, Ekman advection, geostrophic advection, entrainment, and residual. The sum of these five terms is equal to the temporal change rate of a quantity such as temperature and salinity. The entrainment in mixed-layer deepening is further separated into two components: the erosion of the permanent pycnocline, and the erosion of water mass that was within the mixed layer in the previous winter. The former is just obduction, and the latter means that the water mass that was in contact with the atmosphere in the previous winter is again entrained into the mixed layer within one year, which is referred to as “re-entrainment” in this paper expediently. The contribution of the obduction on the ocean mixed layer budget has not been examined. The authors proposes a method to evaluate it, and examines the budget by using the Argo MOAA GPV dataset. The effect of the obduction on temperature and salinity in the ocean mixed layer is notably large in the Bering Sea and around 40ºN west of the Date Line.

キーワード：オブダクション、海洋混合層、エントレインメント
Keywords: Obduction, Ocean mixed layer, Entrainment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Influence of the interannual-scale Bering Sea ice variation on cold air outbreaks

*飯田 瑞生[1]、杉本 周作[1]、利雄 須賀[1]
*Mizuki Iida[1], Shusaku Sugimoto[1], Toshio Suga[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻地球環境物理学講座
1. Physical Oceanography Laboratory Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

In the Northern Hemisphere winter, cold air outbreaks occur over East Asia and the eastern North America. Quantitative estimation of a cold air mass was developed recently and this allowed us to detect two climatological cold air streams (Iwasaki et al., 2014): the East Asian stream and the North American stream. Cold air incursions are strongly affected by the terrain and land–sea distributions, and the cold air mass is lost due to diabatic heating over the northwestern parts of the North Pacific and the North Atlantic, which are downstream regions of the two streams (Kanno et al., 2015). The East Asian stream passes over the Bering Sea covered by ice. It is expected that the Bering Sea ice would affect the path and formation/loss of cold air mass. However, the influence of sea ice, including the Bering Sea, on the cold air mass has been unclear. We investigate a temporal relationship between the Bering Sea ice and the cold air mass and discuss its cause from the view point of large-scale atmosphere patterns, by applying statistical methods. In addition, we try to describe an influence of cold air mass on ocean mixed layer temperature and depth. Following a pioneering work by Iwasaki et al. (2014), we calculate negative heat content (NHC), which is regarded as a cold air mass amount below potential temperature of 280K, by using ERA-Interim data. We use the Bering Sea ice concentration from NOAA OISST v2 dataset. Analysis period is 37 years of 1982-2018, and we focus on February because the Bering Sea ice concentration has the largest value and the largest variance. In order to extract the NHC and atmosphere patterns related to the Bering Sea ice variation, we perform a composite analysis. Here, we define two categories (high and low ice concentration years) based on the regional time series of Bering Sea ice concentration (160˚ E-150˚W, 55˚N-65˚N); high (low) ice concentration years are defined as years in which sea ice concentration is above (below) plus (minus) one standard deviation from the long-term mean. In high ice concentration years, NHC is found in the Bering Sea and the Bering Strait, showing southward NHC flux. NHC loss is dominated over a region south of the Bering Sea. Composite maps of sea level pressure and geopotential height show remarkably large amplitude in the central North Pacific, indicating a change of the Aleutian Low intensity. We checked a relationship between the Bering Sea ice concentration and large-scale atmospheric patterns such as Pacific/North Atlantic pattern, West Pacific pattern, and El Nino. Interestingly, the Bering Sea ice concentration is not significantly correlated with climate indices representing the atmosphere patterns mentioned above. Our result implies that the Bering Sea ice concentration has a potential to affect the cold air mass outbreak and the NHC. In the presentation, we introduce an impact of the NHC loss on the underlying ocean.

キーワード：寒気流出、大気海洋相互作用、大気海洋熱交換、海氷密接度
Keywords: Cold air outbreaks, Air-sea interaction, Air-sea heat exchange, Sea ice concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[H-DS11] Subaqueous Landslides and Their Anthropogenic Impact for Coastal Regions

コンビーナ:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)

A large number of people inhabit coastal areas around the world that are susceptible to natural catastrophes and subaqueous landslides are one of such hazards as demostrated recently. The risk associated with the occurrence of subaqueous landslides is not only constrained to passive margins or subduction zones but any of water areas is also susceptible to their occurrence since subaqueous failures can be triggered at very low slope angles. This realization poses a significant challenge that requires the collection of vast amounts of information and data to unravel the true nature of these events and their potential risk to coastal communities. Despite these challenges, recent technical and engineering advances in the acquisition and processing of sea floor and shallow subsurface data are encouraging. There has also been a concerted effort by scientists from different earth-science disciplines to increase interdisciplinary cooperation at an international level to advance our collective understanding of subaqueous landslides and their consequences.
This session calls for technical contributions covering all aspects of subaqueous landslide research including but not limited to: physical properties of deformed sediments (pre- and post- deformation), role of interstitial fluids in subaqueous landslide development, slope stability and risk assessments, geomorphological and sedimentological/stratigraphic descriptions, tsunamigenic risk and modeling, description of ancient subaqueous landslides, sand-box models and numerical simulations of subaqueous landslides. Case studies from lacustrine landslides and subaerial coastal landslides transitioning into the marine realm are also welcome. Case studies associated with the broader topic of subaqueous gravity-driven flows (e.g.: turbidites and transitional flows) and their relationship with seafloor faulting are also of interest to this session. Participants of IUGS project S4SLIDE IGCP-640 sponsor this session.

[HDS11-P01] Deformed sediment gravity flow deposits associated with bypassing slides:an example from the Miocene Ushikiri Formation, Southwest Japan

*小林 未季[1]、酒井 哲弥[2] (1.日本工営株式会社、2.島根大学総合理工学部)

[HDS11-P02] 四国沖大陸棚斜面の海底地すべり調査と津波計算

*権 容大[1]、馬場 俊孝[1]、松野 哲男、林 美鶴、市原 寛 (1.徳島大学大学院)

[HDS11-P03] 八代海南部における白鳳丸KH-18-3次研究航海で採取された堆積物コアの物性から推定される堆積環境

*堀 航喜[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸K-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P04] 「白鳳丸」KH-18-3次研究航海で採取された八代海の堆積物コア試料のベーンせん断強さと帯磁率

*北村 有迅[1]、影山 遼[2]、山﨑 楓[2]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者 (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.鹿児島大学理学部地球環境科学科)

[HDS11-P05] Identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements: Hakuho-maru KH-18-3 Cruise, Yatsushiro Sea, Western Kyushu, Japan

*後藤 滝弥[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.東京大学大気海洋研究所、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P06] Revised columnar section based on grain size distribution analysis of samples from Hakuho-maru KH-18-3 in Yatsushiro sea

*池端 雄太[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海乗船研究者 Family (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

Deformed sediment gravity flow deposits associated with bypassing slides: an example from the Miocene Ushikiri Formation, Southwest Japan

*小林 未季[1]、酒井 哲弥[2]
*Miki Kobayashi[1], Tetsuya Sakai[2]

1. 日本工営株式会社、2. 島根大学総合理工学部
1. Nippon Koei, 2. Shimane University

The Middle Miocene Ushikiri Formation in Shimane Peninsula, southwest Japan, is interpreted to have been deposited on the shelf margin to the middle continental shelf, and is known to contain unique sediment gravity flow deposits, similar to hybrid sediment gravity flow deposits (turbidite + debrite). Intensely deformed mud clasts have been described from this formation. However, their formation has not been focused on previous studies. The present study aims to characterize the deformation of sandstone beds and mud clasts contained within the sediment gravity flow deposits and to discuss of the deformation process of the sediments.

Many of the sandstone beds in the upper Ushikiri Formation (averaging 0.6 m thick) are bipartite, with lower parts showing characteristics similar to Ta or Ta-b turbidites with rich mud clasts. The upper parts of the sandstone beds are represented by poorly-sorted muddy sand with scattered mud clasts having debrite-like features. The small mud clasts in the lower part show features different from those in ordinary turbidites: some are subject to injection of surrounding sand and some scattered in sands show jigsaw-puzzle patterns, suggesting in situ mud clast fragmentation. Some mud clasts are intensely stretched. The beds also host large mud clasts (maximum length: ca 3 m), in which deformation structures, such as slump folds, are well developed. Mud clast shapes are not consistent with internal deformation structures and the most of them have sharp margins. The sand around some large mud clasts shows local liquefaction. Local grading is also found above the large mud clasts and does not continue beyond the edge of the mud clasts.

The injection of sand into mud clasts and their in situ fragmentation into jigsaw-puzzle patterns can be explained by liquefaction of beds with overburden pressure. A possible pressure source is slides that passed over a freshly deposited turbidite bed. When a slide bypassed the sand bed, the bed once deposited as turbidite easily liquefied under the moving slide mass, having led overburden pressure in the bed that caused injection and in situ fragmentation. On the contrary, the large mud clasts may have been fragments ripped from a major sliding body that bypassed the studied locality. Local liquefaction around large mud clasts indicates they sank or were forced into the bed from above. The presence of local grading above the mud clasts can be explained by local resuspension of sand around the mud clasts when they sank into the sand. The above mentioned sediment deformation process is supported by beds with a slide deposit above a sandy part having similar mud clast deformation.
The bypassing of the slide may have been due to hydroplaning of the slide mass. The slide deposits are represented by up to 2 m thick of large mud block rich sediments with variety of deformation structures, which grades from an underlying debrite-like bed that consists of poorly-sorted muddy sand with rich mud clasts with injection of surrounding muddy sand. Some mud clasts in the muddy sandstone beds are intensely stretched, implying that shear stress exerted within the beds. The poorly-sorted muddy sand is thus interpreted as a fluid layer, which has been existed below the moving landslide mass, having

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

triggered the hydroplaning.

キーワード：海底地すべり堆積物、地すべり土塊のバイパス、島根
Keywords: submarine landslide deposit, bypassing of landslide mass, Shamane

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国沖大陸棚斜面の海底地すべり調査と津波計算
Submarine Landslide and Resulting Tsunami on the Continental Shelf Slope off Shikoku

*権 容大[1]、馬場 俊孝[1]、松野 哲男、林 美鶴、市原 寛
*Youdai Gon[1], Toshitaka Baba[1], Tetsuo Matsuno, Mitsuru Hayashi, Hiroshi Ichihara

1. 徳島大学大学院
1. Tokushima University graduate school

海底地すべりは，主に地震の揺れが原因となって発生し，海底通信ケーブル等の海域インフラに被害を与えるとともに津波を発生させる．南海トラフには多数の海底地すべりの痕跡があり，四国沖およそ24kmの海底の大陸棚斜面にも海底地すべり地形（以降，四国沖海底地すべりと呼ぶ）が存在する．この海域で同様な海底地すべりが発生した場合，津波が発生すると予想される．そこで，本研究では四国沖海底地すべりマルチナロービーム音響測深を実施するとともに，この海底地すべりによって励起される津波のシミュレーションを行った。

マルチナロービーム音響測深は神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船深江丸で，平成29年度に1回，平成30年度に2回実施された．得られた海底地形データから，四国沖海底地すべりは４つの馬蹄形の崩壊跡（西からA,B,C,Dとする）からなる。最も西側の崩壊（以降，A崩壊と呼ぶ）には斜面下方に崩壊土砂の堆積も確認された。地形的特徴からA崩壊の時代が新しいとみられる．また，隣接して複数の崩壊跡が存在するため，今後も同様な海底地すべりが発生する可能性がある。

津波計算では，A崩壊，地形的特徴から同時期に崩壊したと思われるBとCの同時崩壊（以降，B・C崩壊と呼ぶ），またDより東側である未崩壊部分にてA崩壊と同じ規模の崩壊を想定し（以降，E崩壊,F崩壊と呼ぶ），計算を行った．四国の南東部にある海岸沿いでは最大波高がA崩壊,B・C崩壊によって約15分後にそれぞれ約2m，約10m，E崩壊，F崩壊によって約20分後にそれぞれ約4.5m，約5mという結果となった．さらに，他の未崩壊箇所にて海底地すべり発生を想定し津波シミュレーションを実施するとともに，過去の津波記録との比較を行う．

キーワード：四国沖海底地すべり、津波シミュレーション
Keywords: The submarine landslide off Shikoku, Tsunami simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八代海南部における白鳳丸KH-18-3次研究航海で採取された堆積物コアの物性から推定される堆積環境

Sedimentary environment estimated from physical properties of sediment core collected during the cruise of Hakuho-maru KH-18-3 in the South Yatsushiro sea, western Kyushu.

*堀 航喜[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸K-18-3次研究航海 乗船研究者一同
*Koki Hori[1], Yujin Kitamura[2], Hakuho-maru KH-18-3 Scientists

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University , 2. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering , Kagoshima University

The research cruise KH-18-3 was carried out in the South Yatsushiro sea from 27th to 30th July 2018. The purpose of this cruise is to clarify the occurrence history of the submarine landslides in the Yatsushiro sea. In this survey, bottom surface sediment samples were collected by using Piston corer which is 6 meters long.
The study on physical properties of event sediment using core samples are conducted in ocean areas around the world. For example, Prior et al. (1984) reported that Mass transport deposits (MTD) commonly have a higher density than surrounding, sediments that are not submarine landslide origin. Therefore, in this study, the physical properties that serve as the basic information of the core samples were measured. In addition, we estimated the sedimentary environment in the survey area by applying tidal current, sedimentation rate, and bottom surface muddy rate in the south Yatsushiro sea (Rifardi et al.,1998) and conventional radiocarbon ages of piston core samples recovered in the same area reported by Inoue et al. (2011).

Core samples were collected from 11 sites (core name:PC01 to PC11) in the south Yatsushiro sea where the Taura-Tsunagi Oki fault group and Minamata Oki fault group are distributed.
All analyses other than the grain size distribution analysis were conducted at the Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. Initially, GRA density, Magnetic susceptibility and fractional porosity were measured using Whole round multi sensor core logger (MSCL-W). After the analysis, core samples were divided vertically and visual observation and color measurement of them were performed. Subsequently, a vane shear test and sub-samples which were used for MAD measurements and grain size distribution analysis collecting were performed at approximately 50 cm intervals, respectively, and the test and two sampling location were the same points.

Area 1 is under condition of rather stagnant water masses or rather weak tidal current system and is characterized fine-grained sediments. We estimated age of core samples by comparing physical properties reported by Inoue et al. (2011) because sampling point in this area matched with piston coring points of Inoue et al. (2011) and the behaviors of both physical properties were similar. As a result, a gap of more than 7000 years of sediment age is estimated at depth of 2 to 3 meters in area 1a (PC01 to PC03) and it is presumed that sediments indicating the age of about 10,000 years BP exist at depth of several tens of centimeters from the seabed surface in area 1b (PC06, PC07). In addition, K-Ah volcanic ash layer (7.3ka) could not be confirmed from sediments in both sea areas. From this, it is assumed that there was an event such as a submarine landslide or erosion with the lower part of the tephra as a sliding or eroding

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

surface.
Since we could not obtain an index to estimate the age of the PC 08 to PC 11, we estimated the sedimentary environment using only the physical properties of sediments. PC08 and PC10 (Area 2) is located near the strait of Goshoura-jima and sisi-jima island, under influence of strong tidal and bottom currents, and is characterized by coarse sediments. Especially, upward grain refinement was observed and the tendency that the porosity decreases within each monolayer is repeated in PC10. From this, it is assumed that the upper sediment functions as an impermeable layer against the lower sediment, and the drainage is difficult to proceed. PC 09 and PC 11 (Area 3) are relatively close to supply sources such as Minamata River and Komenotsu River, and are characterized as relatively coarse sediments. From the depth of 60 cm of PC09, and from the outermost surface layer in PC 11, the porosity does not decrease almost from around 60%. From this, it is estimated that the new sediment has been recently cleared recently.

キーワード：ピストンコアリング、八代海
Keywords: Piston coring, Yatsushiro sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「白鳳丸」KH-18-3次研究航海で採取された八代海の堆積物コア試料のベーンせん断強さと帯磁率

Variation in vane shear strength and magnetic susceptibility in the cores recovered by Hakuho-maru KH-18-3 cruise in Yatsushiro sea

*北村 有迅[1]、影山 遼[2]、山﨑 楓[2]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者
*Yujin Kitamura[1], Haruka Kageyama[2], Kaede Yamasaki[2], Ryoya Goto[2], Koki Hori[2], Yuta Ikebata[2], Kuniyo Kawabata[1], Daiki Oyama[2], Hakuho-maru KH-18-3 Scientists

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2. 鹿児島大学理学部地球環境科学科
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University

1. はじめに

2016年4月に起きた熊本地震は，布田川断層帯・日奈久断層帯における一連の地震である．このうち，日奈久断層帯の南西部は「八代海区間」を構成している．地震は海底地すべり発生の引き金となるが，熊本地震発生後，海域での調査はほとんど行われていない．そこで，「白鳳丸」KH-18-3次研究航海において八代海で11本のピストンコア試料（PC01~PC11）を採泥した．また，海底地すべり堆積物の下層ではせん断強さが小さくなる（Flemings et al., 2012）ことから，せん断強さは海底地すべりの評価において重要な役割を果たす．本研究では，海底地すべりが発生した可能性の高い八代海のコア試料において，ベーンせん断試験でせん断強さを算出し，八代海の堆積物分布を考察した．

2. 手法

航海は2018年7月27日から7月30日の期間に八代海において学術研究船「白鳳丸」を利用して行われた．長さ6 m，直径7.5 cmの塩ビ管を用いてピストンコアラーによる11地点の採泥を行い，船上において6つのセクションに切り分けた．採取したコアは高知コアセンターに持ち込み物性測定を行った．CTスキャナとマルチセンサーコアロガー(MSCL)を用いた非破壊計測を行い，それぞれ内部構造の計測とγ線密度・帯磁率を測定した．CTスキャンの結果からはCT値を抽出した．その後肉眼記載を行い，非破壊計測のデータとあわせて柱状図を作成した．その後，1本のコアをアーカイブ（保存用）コアとワーキング（作業用）コアに半裁した．ベーンせん断試験は，肉眼記載後のワーキングコアにおいておよそ50 cm間隔で実施した．試験にはトルクメーターに取り付けた十字型のベーン（羽根）を使用した．ベーンを試料に押し込み，軸を水平に回転させて，試料を破断するのに要する最大モーメントからせん断強さを算出した．また，蛍光X線分析を行い，主要元素濃度を測定した．

3. 結果と考察

帯磁率

採取されたコアは主にオリーブ灰や黒の砂泥を基質とする．CT値と帯磁率，γ線密度は深さに伴って増加傾向にあった．しかし，帯磁率は周期的にピークを繰り返していることが結果からわかったため，ピークを一つのユニットとして層区分を行った．区分した層は八木ほか(2016)による高分解能地層探査断面図と井上ほか(2011)で採取されたピストンコアを用いて比較した．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地層探査断面図では，帯磁率によって区分した層と音波探査による層を対比させることが可能であった．八木ほか(2016)による解釈から，白神岩付近で採取したコアは最終氷期極相期~縄文海進時の堆積物を含むことがわかった．このように，本コアにおいて帯磁率の周期的なピークは堆積時の環境・堆積層を反映していることがわかった．

帯磁率を用いた井上ほか(2011)とのコア対比は概ね帯磁率が一致しており， PC02とPC06ではイベント層の推定が可能であった．推定されたイベント層では帯磁率が極大を示す傾向がある．鉄濃度はイベント層の前後で相対的に高くなる傾向がみられたことから，鉄の濃度を用いたイベント層の推定が可能であると考えられる．鉄の濃度がイベント層で変化する要因として，タービダイトの発生後は重い粒子が先に沈殿すると考えられ，重金属である鉄も早くに沈殿するためであると考えられる．

ベーンせん断強さ

そして，田浦-津奈木沖断層群の北東部に位置するPC01･PC02･PC07は深度に伴ってせん断強さが増加している．そのため，埋没による圧密が堆積物の強度増加の主要因であると考えられる．また，井上ほか（2011）の年代測定結果と比較したところ，年代のギャップがある部分でせん断強さの増加率が変化している．このことから，年代の違いによる圧密の影響を受けた堆積物であると考えられる．PC03については，下部の火山灰層が特異的なせん断強さを示すが，その他の層については深度に伴ってせん断強さが大きくなっている．PC04･PC05･PC06については，最上部のみせん断強さが小さいことから，上部の堆積物は削剥された可能性がある．田浦-津奈木沖断層群西部に位置するPC10には砂や礫といった粗粒分が堆積している．また，水俣沖断層群に位置するPC09･PC11はせん断強さと間隙率に相関関係がなく，せん断強さが深度に伴って増加するという傾向はみられない．PC11については，最上部に堆積した泥が削剥されて欠落していると考えられる．

キーワード：タービダイト、浅海堆積物、平成28年熊本地震
Keywords: turbidites, shallow marine deposits, 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements: Hakuho-maru KH-18-3 Cruise, Yatsushiro Sea, Western Kyushu, Japan

*後藤 滝弥[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海 乗船研究者一同
*Ryoya Goto[1], Yujin Kitamura[2], Hakuho-maru KH-18-3 Cruise Scientist

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science, Kagoshima University

Submarine active faults in Yatsusiro Sea, western Kyushu, Japan, constitute the Yatsushiro section of Hinagu fault zone in its southwest end (AIST et al., 2011). The 2016 Kumamoto Earthquake was sourced from a part of active faults of the Futagawa-Hinagu fault zones (JMA, 2018), and survey has hardly conducted in the sea area after the earthquake occurrence. Earthquake shaking occasionally triggers turbidity currents by submarine landslides and resuspension of unconsolidated sediments on the seafloor (Ikehara et al., 2018). In recent years, the study of earthquake occurrence history using earthquake turbidites formed by turbidity currents is being conducted throughout the world. As earthquake-origin turbidity currents can take place in very gentle slope (e.g. the Mississippi-Delta 0.01°: D. B. Prior et al., 1978), its occurrence is sufficiently thought even in Yatsushiro Sea. However, any record of earthquake turbidites in this area has not been reported. In this study, identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements.

Here we conducted four-days research cruise Hakuho-maru KH-18-3 in July, 2018. We conducted sub-bottom profiling on eight lines, piston coring at 11 sites in Yatsushiro Sea, western Kyushu, Japan. Recovered cores are analyzed by X-ray CT scanner, multi-sensor core logger, core imaging apparatus, visual core description, color spectroscope and X-ray fluorescence core scanner (Itrax) in the Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. With reference to the previous studies (Iwai et al., 2014, JGS abstract; Isabel Rodríguez-Germade et al, 2015; Okutsu et al., 2017, JGS abstract), the behavior of Ca/Ti and Fe/Ti where the peak was observed at the base of turbidites, and the behavior of Fe/Ti and Zr/Ti where the peak was observed at the base of volcaniclastics turbidites.

Our results revealed turbidites and volcaniclastics turbidites in six piston coring sites (PC01 to PC06). As all of sites are located in the Taura-Tsunagioki fault group or Minamataoki fault group, turbidites were considered to be present in all of sites. However, turbidites were identified from PC01 to PC06, but not identified from PC07 to PC11. According to Rifardi et al. (1998), PC01 to PC06 are located in the sea area where the deposition rate is high, and PC07 to PC11 are located in the sea area where the deposition rate is slow.

As turbidite is formed by various factors besides earthquakes, it is necessary to consider whether the turbidites identified in this study are earthquake turbidites. In addition, to investigate the history of earthquakes, it is also a future task to conduct individual sample measurements (such as grain size distribution analysis) and dating.

Hakuho-maru KH-18-3 Cruise Scientists: Takashi Tomiyasu, Hitoshi Kodamatani, Kuniyo Kawabata, Daiki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Oyama, Haruka Kageyama, Kaede Yamasaki (Kagoshima Univ.), Yuta Ikebata, Koki Hori (Kyushu Univ.), Asuka Yamaguchi, Fumiaki Tsunomori, Kameo Katsura, Tsubasa Miki, Natsumi Okutsu, Hiroaki Koge, Kotaro Fujita, Ayaka Nakazawa, Yuichi Okuma, Genki Kobayashi, Rina Fukuchi (Tokyo Univ.), Jun Kameda, Tomonori Morisaki (Hokkaido Univ.)

キーワード：海底地すべり、タービダイト、浅海堆積物、八代海、2016年熊本地震
Keywords: submarine landslides, turbidites, shallow sea deposits, Yatsushiro Sea, 2016 Kumamoto Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revised columnar section based on grain size distribution analysis of samples from Hakuho-maru KH-18-3 in Yatsushiro sea

*池端 雄太[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海乗船研究者 Family
*Yuta Ikebata[1], Yujin Kitamura[2], Hakuho-maru KH-18-3 Scientists Family

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻
1. Kyusyu University Graduate School Of Science Earth and Planetary Science, 2. Graduate school of science, Kagoshima University

Hakuho-maru KH-18-3 was held in the Yatsushiro Sea from 27th to 30th July 2018 for clarifying history of occurrence of submarine landslides. Earthquake is a one of big trigger of submarine landslides, and submarine landslides occurs in an very easy slope. Kumamoto earthquake occurred at April, 2016 and a lot of surveys in the land area were conducted but survey in the sea area weren’ t conducted much. In the Yatsushiro sea, the occurrence of submarine landslides caused by earthquake of the Futagawa-Hinagu fault zones can be considered sufficiently. Therefore, in this study, the creation of the columnar section which is the basic information of the submarine landslide accreditation was made based on the grain size distribution analysis.

In the Expedition, eleven piston cores(6m) from PC01 to PC11 were collected in the southern part of Yatsushiro sea, and the obtained core was subjected to non-destructive measurement and individual sample measurement at the Kochi Core Center. For non-destructive measurement, CT images and core continuous images were taken, and for individual sample measurement, Density, Magnetic susceptibility, porosity, vane shear strength, color, concentration change of major elements were examined. Grain size distribution analysis was conducted at Kagoshima University. Samples used for grain size distribution analysis were collected every 50 cm and analyzed with a laser diffraction type grain size distribution analyzer. Since it is difficult to judge the stratum boundary only with the result of grain size distribution measurement at intervals of 50 cm, it was judged by using γ ray density, magnetic susceptibility and color measurement result which are continuous data.

Grain size distribution analysis revealed PC01 to PC07 are muddy cores and PC08 to PC11 contains much sand. Grain size of PC01, PC04, PC06, PC07, PC09, PC11 are very different in Grain size distribution analysis and visual core description. Based on the results of the grain size distribution analysis, the stratum boundary was determined from the change commonly seen in the γ ray density, magnetic susceptibility and color, and a columnar section was prepared. In Rifardi et al.(1998), the distribution of mud content in the Yatsushiro Sea has been surveyed. As a result of comparing the columnar map of this study with its distribution for each sampling point, cores excluding PC08 corresponded well. It is thought that it is influenced by the supply of sediment by river and stagnant water mass, tide current as in previous research. Also, in Inoue et al.(2011), which was a reference for determining the core harvest point, dating is done in the same area. At Hori(2019MS), we compare the data with Inoue et al.(2011) and estimate the core age of this research. We also compare the columnar section made in this study with the columnar section of Inoue et al.(2011), using the comparative categories determined at the time of estimating the age. As a result, PC01 and PC02 were in good agreement, PC06 and PC07 had different stratum in the surface layer. This is probably because the sampling site of PC06 is actually about 150 m far from Inoue et al.(2011) and the sampling site of PC07 is actually about 111 m far from Inoue et al.(2011), and the sedimentary environment is slightly different. Also, in the grain size distribution analysis of this study, there is a possibility that coarse grains may be

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

selectively left out when putting the sample into the machine, and it may be doubtful in accuracy.

キーワード：海底地すべり
Keywords: Submarine landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[H-DS11] Subaqueous Landslides and Their Anthropogenic Impact for Coastal Regions

コンビーナ:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)

A large number of people inhabit coastal areas around the world that are susceptible to natural catastrophes and subaqueous landslides are one of such hazards as demostrated recently. The risk associated with the occurrence of subaqueous landslides is not only constrained to passive margins or subduction zones but any of water areas is also susceptible to their occurrence since subaqueous failures can be triggered at very low slope angles. This realization poses a significant challenge that requires the collection of vast amounts of information and data to unravel the true nature of these events and their potential risk to coastal communities. Despite these challenges, recent technical and engineering advances in the acquisition and processing of sea floor and shallow subsurface data are encouraging. There has also been a concerted effort by scientists from different earth-science disciplines to increase interdisciplinary cooperation at an international level to advance our collective understanding of subaqueous landslides and their consequences.
This session calls for technical contributions covering all aspects of subaqueous landslide research including but not limited to: physical properties of deformed sediments (pre- and post- deformation), role of interstitial fluids in subaqueous landslide development, slope stability and risk assessments, geomorphological and sedimentological/stratigraphic descriptions, tsunamigenic risk and modeling, description of ancient subaqueous landslides, sand-box models and numerical simulations of subaqueous landslides. Case studies from lacustrine landslides and subaerial coastal landslides transitioning into the marine realm are also welcome. Case studies associated with the broader topic of subaqueous gravity-driven flows (e.g.: turbidites and transitional flows) and their relationship with seafloor faulting are also of interest to this session. Participants of IUGS project S4SLIDE IGCP-640 sponsor this session.

[HDS11-P01] Deformed sediment gravity flow deposits associated with bypassing slides:an example from the Miocene Ushikiri Formation, Southwest Japan

*小林 未季[1]、酒井 哲弥[2] (1.日本工営株式会社、2.島根大学総合理工学部)

[HDS11-P02] 四国沖大陸棚斜面の海底地すべり調査と津波計算

*権 容大[1]、馬場 俊孝[1]、松野 哲男、林 美鶴、市原 寛 (1.徳島大学大学院)

[HDS11-P03] 八代海南部における白鳳丸KH-18-3次研究航海で採取された堆積物コアの物性から推定される堆積環境

*堀 航喜[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸K-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P04] 「白鳳丸」KH-18-3次研究航海で採取された八代海の堆積物コア試料のベーンせん断強さと帯磁率

*北村 有迅[1]、影山 遼[2]、山﨑 楓[2]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者 (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.鹿児島大学理学部地球環境科学科)

[HDS11-P05] Identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements: Hakuho-maru KH-18-3 Cruise, Yatsushiro Sea, Western Kyushu, Japan

*後藤 滝弥[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海 乗船研究者一同 (1.東京大学大気海洋研究所、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

[HDS11-P06] Revised columnar section based on grain size distribution analysis of samples from Hakuho-maru KH-18-3 in Yatsushiro sea

*池端 雄太[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海乗船研究者 Family (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)

Deformed sediment gravity flow deposits associated with bypassing slides: an example from the Miocene Ushikiri Formation, Southwest Japan

*小林 未季[1]、酒井 哲弥[2]
*Miki Kobayashi[1], Tetsuya Sakai[2]

1. 日本工営株式会社、2. 島根大学総合理工学部
1. Nippon Koei, 2. Shimane University

The Middle Miocene Ushikiri Formation in Shimane Peninsula, southwest Japan, is interpreted to have been deposited on the shelf margin to the middle continental shelf, and is known to contain unique sediment gravity flow deposits, similar to hybrid sediment gravity flow deposits (turbidite + debrite). Intensely deformed mud clasts have been described from this formation. However, their formation has not been focused on previous studies. The present study aims to characterize the deformation of sandstone beds and mud clasts contained within the sediment gravity flow deposits and to discuss of the deformation process of the sediments.

Many of the sandstone beds in the upper Ushikiri Formation (averaging 0.6 m thick) are bipartite, with lower parts showing characteristics similar to Ta or Ta-b turbidites with rich mud clasts. The upper parts of the sandstone beds are represented by poorly-sorted muddy sand with scattered mud clasts having debrite-like features. The small mud clasts in the lower part show features different from those in ordinary turbidites: some are subject to injection of surrounding sand and some scattered in sands show jigsaw-puzzle patterns, suggesting in situ mud clast fragmentation. Some mud clasts are intensely stretched. The beds also host large mud clasts (maximum length: ca 3 m), in which deformation structures, such as slump folds, are well developed. Mud clast shapes are not consistent with internal deformation structures and the most of them have sharp margins. The sand around some large mud clasts shows local liquefaction. Local grading is also found above the large mud clasts and does not continue beyond the edge of the mud clasts.

The injection of sand into mud clasts and their in situ fragmentation into jigsaw-puzzle patterns can be explained by liquefaction of beds with overburden pressure. A possible pressure source is slides that passed over a freshly deposited turbidite bed. When a slide bypassed the sand bed, the bed once deposited as turbidite easily liquefied under the moving slide mass, having led overburden pressure in the bed that caused injection and in situ fragmentation. On the contrary, the large mud clasts may have been fragments ripped from a major sliding body that bypassed the studied locality. Local liquefaction around large mud clasts indicates they sank or were forced into the bed from above. The presence of local grading above the mud clasts can be explained by local resuspension of sand around the mud clasts when they sank into the sand. The above mentioned sediment deformation process is supported by beds with a slide deposit above a sandy part having similar mud clast deformation.
The bypassing of the slide may have been due to hydroplaning of the slide mass. The slide deposits are represented by up to 2 m thick of large mud block rich sediments with variety of deformation structures, which grades from an underlying debrite-like bed that consists of poorly-sorted muddy sand with rich mud clasts with injection of surrounding muddy sand. Some mud clasts in the muddy sandstone beds are intensely stretched, implying that shear stress exerted within the beds. The poorly-sorted muddy sand is thus interpreted as a fluid layer, which has been existed below the moving landslide mass, having

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

triggered the hydroplaning.

キーワード：海底地すべり堆積物、地すべり土塊のバイパス、島根
Keywords: submarine landslide deposit, bypassing of landslide mass, Shamane

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国沖大陸棚斜面の海底地すべり調査と津波計算
Submarine Landslide and Resulting Tsunami on the Continental Shelf Slope off Shikoku

*権 容大[1]、馬場 俊孝[1]、松野 哲男、林 美鶴、市原 寛
*Youdai Gon[1], Toshitaka Baba[1], Tetsuo Matsuno, Mitsuru Hayashi, Hiroshi Ichihara

1. 徳島大学大学院
1. Tokushima University graduate school

海底地すべりは，主に地震の揺れが原因となって発生し，海底通信ケーブル等の海域インフラに被害を与えるとともに津波を発生させる．南海トラフには多数の海底地すべりの痕跡があり，四国沖およそ24kmの海底の大陸棚斜面にも海底地すべり地形（以降，四国沖海底地すべりと呼ぶ）が存在する．この海域で同様な海底地すべりが発生した場合，津波が発生すると予想される．そこで，本研究では四国沖海底地すべりマルチナロービーム音響測深を実施するとともに，この海底地すべりによって励起される津波のシミュレーションを行った。

マルチナロービーム音響測深は神戸大学大学院海事科学研究科附属練習船深江丸で，平成29年度に1回，平成30年度に2回実施された．得られた海底地形データから，四国沖海底地すべりは４つの馬蹄形の崩壊跡（西からA,B,C,Dとする）からなる。最も西側の崩壊（以降，A崩壊と呼ぶ）には斜面下方に崩壊土砂の堆積も確認された。地形的特徴からA崩壊の時代が新しいとみられる．また，隣接して複数の崩壊跡が存在するため，今後も同様な海底地すべりが発生する可能性がある。

津波計算では，A崩壊，地形的特徴から同時期に崩壊したと思われるBとCの同時崩壊（以降，B・C崩壊と呼ぶ），またDより東側である未崩壊部分にてA崩壊と同じ規模の崩壊を想定し（以降，E崩壊,F崩壊と呼ぶ），計算を行った．四国の南東部にある海岸沿いでは最大波高がA崩壊,B・C崩壊によって約15分後にそれぞれ約2m，約10m，E崩壊，F崩壊によって約20分後にそれぞれ約4.5m，約5mという結果となった．さらに，他の未崩壊箇所にて海底地すべり発生を想定し津波シミュレーションを実施するとともに，過去の津波記録との比較を行う．

キーワード：四国沖海底地すべり、津波シミュレーション
Keywords: The submarine landslide off Shikoku, Tsunami simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八代海南部における白鳳丸KH-18-3次研究航海で採取された堆積物コアの物性から推定される堆積環境

Sedimentary environment estimated from physical properties of sediment core collected during the cruise of Hakuho-maru KH-18-3 in the South Yatsushiro sea, western Kyushu.

*堀 航喜[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸K-18-3次研究航海 乗船研究者一同
*Koki Hori[1], Yujin Kitamura[2], Hakuho-maru KH-18-3 Scientists

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University , 2. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering , Kagoshima University

The research cruise KH-18-3 was carried out in the South Yatsushiro sea from 27th to 30th July 2018. The purpose of this cruise is to clarify the occurrence history of the submarine landslides in the Yatsushiro sea. In this survey, bottom surface sediment samples were collected by using Piston corer which is 6 meters long.
The study on physical properties of event sediment using core samples are conducted in ocean areas around the world. For example, Prior et al. (1984) reported that Mass transport deposits (MTD) commonly have a higher density than surrounding, sediments that are not submarine landslide origin. Therefore, in this study, the physical properties that serve as the basic information of the core samples were measured. In addition, we estimated the sedimentary environment in the survey area by applying tidal current, sedimentation rate, and bottom surface muddy rate in the south Yatsushiro sea (Rifardi et al.,1998) and conventional radiocarbon ages of piston core samples recovered in the same area reported by Inoue et al. (2011).

Core samples were collected from 11 sites (core name:PC01 to PC11) in the south Yatsushiro sea where the Taura-Tsunagi Oki fault group and Minamata Oki fault group are distributed.
All analyses other than the grain size distribution analysis were conducted at the Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. Initially, GRA density, Magnetic susceptibility and fractional porosity were measured using Whole round multi sensor core logger (MSCL-W). After the analysis, core samples were divided vertically and visual observation and color measurement of them were performed. Subsequently, a vane shear test and sub-samples which were used for MAD measurements and grain size distribution analysis collecting were performed at approximately 50 cm intervals, respectively, and the test and two sampling location were the same points.

Area 1 is under condition of rather stagnant water masses or rather weak tidal current system and is characterized fine-grained sediments. We estimated age of core samples by comparing physical properties reported by Inoue et al. (2011) because sampling point in this area matched with piston coring points of Inoue et al. (2011) and the behaviors of both physical properties were similar. As a result, a gap of more than 7000 years of sediment age is estimated at depth of 2 to 3 meters in area 1a (PC01 to PC03) and it is presumed that sediments indicating the age of about 10,000 years BP exist at depth of several tens of centimeters from the seabed surface in area 1b (PC06, PC07). In addition, K-Ah volcanic ash layer (7.3ka) could not be confirmed from sediments in both sea areas. From this, it is assumed that there was an event such as a submarine landslide or erosion with the lower part of the tephra as a sliding or eroding

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

surface.
Since we could not obtain an index to estimate the age of the PC 08 to PC 11, we estimated the sedimentary environment using only the physical properties of sediments. PC08 and PC10 (Area 2) is located near the strait of Goshoura-jima and sisi-jima island, under influence of strong tidal and bottom currents, and is characterized by coarse sediments. Especially, upward grain refinement was observed and the tendency that the porosity decreases within each monolayer is repeated in PC10. From this, it is assumed that the upper sediment functions as an impermeable layer against the lower sediment, and the drainage is difficult to proceed. PC 09 and PC 11 (Area 3) are relatively close to supply sources such as Minamata River and Komenotsu River, and are characterized as relatively coarse sediments. From the depth of 60 cm of PC09, and from the outermost surface layer in PC 11, the porosity does not decrease almost from around 60%. From this, it is estimated that the new sediment has been recently cleared recently.

キーワード：ピストンコアリング、八代海
Keywords: Piston coring, Yatsushiro sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「白鳳丸」KH-18-3次研究航海で採取された八代海の堆積物コア試料のベーンせん断強さと帯磁率

Variation in vane shear strength and magnetic susceptibility in the cores recovered by Hakuho-maru KH-18-3 cruise in Yatsushiro sea

*北村 有迅[1]、影山 遼[2]、山﨑 楓[2]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者
*Yujin Kitamura[1], Haruka Kageyama[2], Kaede Yamasaki[2], Ryoya Goto[2], Koki Hori[2], Yuta Ikebata[2], Kuniyo Kawabata[1], Daiki Oyama[2], Hakuho-maru KH-18-3 Scientists

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2. 鹿児島大学理学部地球環境科学科
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University

1. はじめに

2016年4月に起きた熊本地震は，布田川断層帯・日奈久断層帯における一連の地震である．このうち，日奈久断層帯の南西部は「八代海区間」を構成している．地震は海底地すべり発生の引き金となるが，熊本地震発生後，海域での調査はほとんど行われていない．そこで，「白鳳丸」KH-18-3次研究航海において八代海で11本のピストンコア試料（PC01~PC11）を採泥した．また，海底地すべり堆積物の下層ではせん断強さが小さくなる（Flemings et al., 2012）ことから，せん断強さは海底地すべりの評価において重要な役割を果たす．本研究では，海底地すべりが発生した可能性の高い八代海のコア試料において，ベーンせん断試験でせん断強さを算出し，八代海の堆積物分布を考察した．

2. 手法

航海は2018年7月27日から7月30日の期間に八代海において学術研究船「白鳳丸」を利用して行われた．長さ6 m，直径7.5 cmの塩ビ管を用いてピストンコアラーによる11地点の採泥を行い，船上において6つのセクションに切り分けた．採取したコアは高知コアセンターに持ち込み物性測定を行った．CTスキャナとマルチセンサーコアロガー(MSCL)を用いた非破壊計測を行い，それぞれ内部構造の計測とγ線密度・帯磁率を測定した．CTスキャンの結果からはCT値を抽出した．その後肉眼記載を行い，非破壊計測のデータとあわせて柱状図を作成した．その後，1本のコアをアーカイブ（保存用）コアとワーキング（作業用）コアに半裁した．ベーンせん断試験は，肉眼記載後のワーキングコアにおいておよそ50 cm間隔で実施した．試験にはトルクメーターに取り付けた十字型のベーン（羽根）を使用した．ベーンを試料に押し込み，軸を水平に回転させて，試料を破断するのに要する最大モーメントからせん断強さを算出した．また，蛍光X線分析を行い，主要元素濃度を測定した．

3. 結果と考察

帯磁率

採取されたコアは主にオリーブ灰や黒の砂泥を基質とする．CT値と帯磁率，γ線密度は深さに伴って増加傾向にあった．しかし，帯磁率は周期的にピークを繰り返していることが結果からわかったため，ピークを一つのユニットとして層区分を行った．区分した層は八木ほか(2016)による高分解能地層探査断面図と井上ほか(2011)で採取されたピストンコアを用いて比較した．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地層探査断面図では，帯磁率によって区分した層と音波探査による層を対比させることが可能であった．八木ほか(2016)による解釈から，白神岩付近で採取したコアは最終氷期極相期~縄文海進時の堆積物を含むことがわかった．このように，本コアにおいて帯磁率の周期的なピークは堆積時の環境・堆積層を反映していることがわかった．

帯磁率を用いた井上ほか(2011)とのコア対比は概ね帯磁率が一致しており， PC02とPC06ではイベント層の推定が可能であった．推定されたイベント層では帯磁率が極大を示す傾向がある．鉄濃度はイベント層の前後で相対的に高くなる傾向がみられたことから，鉄の濃度を用いたイベント層の推定が可能であると考えられる．鉄の濃度がイベント層で変化する要因として，タービダイトの発生後は重い粒子が先に沈殿すると考えられ，重金属である鉄も早くに沈殿するためであると考えられる．

ベーンせん断強さ

そして，田浦-津奈木沖断層群の北東部に位置するPC01･PC02･PC07は深度に伴ってせん断強さが増加している．そのため，埋没による圧密が堆積物の強度増加の主要因であると考えられる．また，井上ほか（2011）の年代測定結果と比較したところ，年代のギャップがある部分でせん断強さの増加率が変化している．このことから，年代の違いによる圧密の影響を受けた堆積物であると考えられる．PC03については，下部の火山灰層が特異的なせん断強さを示すが，その他の層については深度に伴ってせん断強さが大きくなっている．PC04･PC05･PC06については，最上部のみせん断強さが小さいことから，上部の堆積物は削剥された可能性がある．田浦-津奈木沖断層群西部に位置するPC10には砂や礫といった粗粒分が堆積している．また，水俣沖断層群に位置するPC09･PC11はせん断強さと間隙率に相関関係がなく，せん断強さが深度に伴って増加するという傾向はみられない．PC11については，最上部に堆積した泥が削剥されて欠落していると考えられる．

キーワード：タービダイト、浅海堆積物、平成28年熊本地震
Keywords: turbidites, shallow marine deposits, 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements: Hakuho-maru KH-18-3 Cruise, Yatsushiro Sea, Western Kyushu, Japan

*後藤 滝弥[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海 乗船研究者一同
*Ryoya Goto[1], Yujin Kitamura[2], Hakuho-maru KH-18-3 Cruise Scientist

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science, Kagoshima University

Submarine active faults in Yatsusiro Sea, western Kyushu, Japan, constitute the Yatsushiro section of Hinagu fault zone in its southwest end (AIST et al., 2011). The 2016 Kumamoto Earthquake was sourced from a part of active faults of the Futagawa-Hinagu fault zones (JMA, 2018), and survey has hardly conducted in the sea area after the earthquake occurrence. Earthquake shaking occasionally triggers turbidity currents by submarine landslides and resuspension of unconsolidated sediments on the seafloor (Ikehara et al., 2018). In recent years, the study of earthquake occurrence history using earthquake turbidites formed by turbidity currents is being conducted throughout the world. As earthquake-origin turbidity currents can take place in very gentle slope (e.g. the Mississippi-Delta 0.01°: D. B. Prior et al., 1978), its occurrence is sufficiently thought even in Yatsushiro Sea. However, any record of earthquake turbidites in this area has not been reported. In this study, identification of turbidites in the Yatsushiro Sea surface sediment core samples from non-destructive measurements.

Here we conducted four-days research cruise Hakuho-maru KH-18-3 in July, 2018. We conducted sub-bottom profiling on eight lines, piston coring at 11 sites in Yatsushiro Sea, western Kyushu, Japan. Recovered cores are analyzed by X-ray CT scanner, multi-sensor core logger, core imaging apparatus, visual core description, color spectroscope and X-ray fluorescence core scanner (Itrax) in the Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. With reference to the previous studies (Iwai et al., 2014, JGS abstract; Isabel Rodríguez-Germade et al, 2015; Okutsu et al., 2017, JGS abstract), the behavior of Ca/Ti and Fe/Ti where the peak was observed at the base of turbidites, and the behavior of Fe/Ti and Zr/Ti where the peak was observed at the base of volcaniclastics turbidites.

Our results revealed turbidites and volcaniclastics turbidites in six piston coring sites (PC01 to PC06). As all of sites are located in the Taura-Tsunagioki fault group or Minamataoki fault group, turbidites were considered to be present in all of sites. However, turbidites were identified from PC01 to PC06, but not identified from PC07 to PC11. According to Rifardi et al. (1998), PC01 to PC06 are located in the sea area where the deposition rate is high, and PC07 to PC11 are located in the sea area where the deposition rate is slow.

As turbidite is formed by various factors besides earthquakes, it is necessary to consider whether the turbidites identified in this study are earthquake turbidites. In addition, to investigate the history of earthquakes, it is also a future task to conduct individual sample measurements (such as grain size distribution analysis) and dating.

Hakuho-maru KH-18-3 Cruise Scientists: Takashi Tomiyasu, Hitoshi Kodamatani, Kuniyo Kawabata, Daiki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Oyama, Haruka Kageyama, Kaede Yamasaki (Kagoshima Univ.), Yuta Ikebata, Koki Hori (Kyushu Univ.), Asuka Yamaguchi, Fumiaki Tsunomori, Kameo Katsura, Tsubasa Miki, Natsumi Okutsu, Hiroaki Koge, Kotaro Fujita, Ayaka Nakazawa, Yuichi Okuma, Genki Kobayashi, Rina Fukuchi (Tokyo Univ.), Jun Kameda, Tomonori Morisaki (Hokkaido Univ.)

キーワード：海底地すべり、タービダイト、浅海堆積物、八代海、2016年熊本地震
Keywords: submarine landslides, turbidites, shallow sea deposits, Yatsushiro Sea, 2016 Kumamoto Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revised columnar section based on grain size distribution analysis of samples from Hakuho-maru KH-18-3 in Yatsushiro sea

*池端 雄太[1]、北村 有迅[2]、白鳳丸KH-18-3次研究航海乗船研究者 Family
*Yuta Ikebata[1], Yujin Kitamura[2], Hakuho-maru KH-18-3 Scientists Family

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻
1. Kyusyu University Graduate School Of Science Earth and Planetary Science, 2. Graduate school of science, Kagoshima University

Hakuho-maru KH-18-3 was held in the Yatsushiro Sea from 27th to 30th July 2018 for clarifying history of occurrence of submarine landslides. Earthquake is a one of big trigger of submarine landslides, and submarine landslides occurs in an very easy slope. Kumamoto earthquake occurred at April, 2016 and a lot of surveys in the land area were conducted but survey in the sea area weren’ t conducted much. In the Yatsushiro sea, the occurrence of submarine landslides caused by earthquake of the Futagawa-Hinagu fault zones can be considered sufficiently. Therefore, in this study, the creation of the columnar section which is the basic information of the submarine landslide accreditation was made based on the grain size distribution analysis.

In the Expedition, eleven piston cores(6m) from PC01 to PC11 were collected in the southern part of Yatsushiro sea, and the obtained core was subjected to non-destructive measurement and individual sample measurement at the Kochi Core Center. For non-destructive measurement, CT images and core continuous images were taken, and for individual sample measurement, Density, Magnetic susceptibility, porosity, vane shear strength, color, concentration change of major elements were examined. Grain size distribution analysis was conducted at Kagoshima University. Samples used for grain size distribution analysis were collected every 50 cm and analyzed with a laser diffraction type grain size distribution analyzer. Since it is difficult to judge the stratum boundary only with the result of grain size distribution measurement at intervals of 50 cm, it was judged by using γ ray density, magnetic susceptibility and color measurement result which are continuous data.

Grain size distribution analysis revealed PC01 to PC07 are muddy cores and PC08 to PC11 contains much sand. Grain size of PC01, PC04, PC06, PC07, PC09, PC11 are very different in Grain size distribution analysis and visual core description. Based on the results of the grain size distribution analysis, the stratum boundary was determined from the change commonly seen in the γ ray density, magnetic susceptibility and color, and a columnar section was prepared. In Rifardi et al.(1998), the distribution of mud content in the Yatsushiro Sea has been surveyed. As a result of comparing the columnar map of this study with its distribution for each sampling point, cores excluding PC08 corresponded well. It is thought that it is influenced by the supply of sediment by river and stagnant water mass, tide current as in previous research. Also, in Inoue et al.(2011), which was a reference for determining the core harvest point, dating is done in the same area. At Hori(2019MS), we compare the data with Inoue et al.(2011) and estimate the core age of this research. We also compare the columnar section made in this study with the columnar section of Inoue et al.(2011), using the comparative categories determined at the time of estimating the age. As a result, PC01 and PC02 were in good agreement, PC06 and PC07 had different stratum in the surface layer. This is probably because the sampling site of PC06 is actually about 150 m far from Inoue et al.(2011) and the sampling site of PC07 is actually about 111 m far from Inoue et al.(2011), and the sedimentary environment is slightly different. Also, in the grain size distribution analysis of this study, there is a possibility that coarse grains may be

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

selectively left out when putting the sample into the machine, and it may be doubtful in accuracy.

キーワード：海底地すべり
Keywords: Submarine landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 201B 2F

[H-DS11] Subaqueous Landslides and Their Anthropogenic Impact for Coastal Regions

コンビーナ:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、座長:北村 有迅(鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻)、宇都宮 正志(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門層序構造研究グループ)、山田 泰広(JAMSTEC)

A large number of people inhabit coastal areas around the world that are susceptible to natural catastrophes and subaqueous landslides are one of such hazards as demostrated recently. The risk associated with the occurrence of subaqueous landslides is not only constrained to passive margins or subduction zones but any of water areas is also susceptible to their occurrence since subaqueous failures can be triggered at very low slope angles. This realization poses a significant challenge that requires the collection of vast amounts of information and data to unravel the true nature of these events and their potential risk to coastal communities. Despite these challenges, recent technical and engineering advances in the acquisition and processing of sea floor and shallow subsurface data are encouraging. There has also been a concerted effort by scientists from different earth-science disciplines to increase interdisciplinary cooperation at an international level to advance our collective understanding of subaqueous landslides and their consequences.
This session calls for technical contributions covering all aspects of subaqueous landslide research including but not limited to: physical properties of deformed sediments (pre- and post- deformation), role of interstitial fluids in subaqueous landslide development, slope stability and risk assessments, geomorphological and sedimentological/stratigraphic descriptions, tsunamigenic risk and modeling, description of ancient subaqueous landslides, sand-box models and numerical simulations of subaqueous landslides. Case studies from lacustrine landslides and subaerial coastal landslides transitioning into the marine realm are also welcome. Case studies associated with the broader topic of subaqueous gravity-driven flows (e.g.: turbidites and transitional flows) and their relationship with seafloor faulting are also of interest to this session. Participants of IUGS project S4SLIDE IGCP-640 sponsor this session.

15:30 ~ 15:45

[HDS11-01] 北海道南部沖日高舟状海盆を埋積する海底地すべり堆積物の分布と堆積学的特徴ーとくに第四系最上部の地すべり堆積体についてー

*荒戸 裕之[1] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科)

15:45 ~ 16:00

[HDS11-02] Origin and distribution of mass-transport deposits in the Pleistocene forearc basin, central Japan, deduced from tephro- and biostratigraphy

*宇都宮 正志[1]、山本 由弦[2]、水野 清秀[1] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.海洋研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[HDS11-03] Physico-chemical properties of sediment cores from Yatsushiro Sea, western Kyushu

*北村 有迅[1]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、影山 遼[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[1]、山﨑 楓[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者 (1.鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2.鹿児島大学理学部地球環境科学科)

16:15 ~ 17:00

Discussion

北海道南部沖日高舟状海盆を埋積する海底地すべり堆積物の分布と堆積学的特徴ーとくに第四系最上部の地すべり堆積体についてー

Distribution and sedimentological characteristics of the submarine landslides filling Hidaka Trough, offshore southern Hokkaido, northern Japan with special attention to the uppermost Quaternary submarine landslide bodies

*荒戸 裕之[1]
*Hiroyuki Arato[1]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科
1. Graduate School of International Resource Sciences, Akita University

In the last few years, many examples of submarine landslides have been reported worldwide, and their systematic and genetic researches have been initiated. The studies in distribution, sedimentary pattern and mechanism of submarine landslides are remarkably important mainly from the following two reasons: (1) Submarine landslides affect significantly the state of surrounding water mass due to long distance migration of huge volume sediment mass within relatively short time period. One of the critical phenomena is megatsunami induced by submarine landslides, (2) Secondly nature of submarine landslides is deeply related to transportation mechanisms of siliciclastic sediments into tectonically formed sedimentary basins and their burial processes. In this study, two dataset of 3D seismic survey are utilized to describe some submarine landslide examples, under the owner’s permission. They are Geophysical Survey and Basin Evaluation Projects “2013FY Hidaka Shujo Kaibon 3D”(hereinafter, called HSK-3D) and “2014FY Hidaka Shujo Kaibon Seibu 3D” (HSKW-3D), acquired at the offshore southern Hokkaido by Ministry of Economy, Trade and Industry (METI).
The surveys cover the northeastern marginal slope and a part of central basin floor of Hidaka Trough elongated NW-SE direction. Water depth of covering area ranges from 577 to 1,156 mBMSL. The seismic reflector indicating seabed have been traced by using “seeded autotracking” function of PETREL, then a time structural contour map for the surface, which is equivalent to bathymetric map, have been drawn. Based on the topographic features, the survey area can be subdivided broadly into two types; one is characterized generally by smooth sea bottom surface, and another by irregular or rough surface in seismic scale. The area of smooth sea bottom cover approximately southwestern two thirds portion of HSKW-3D and a part of the western HSK-3D areas. On the other hand, northeastern one thirds of HSKW-3D, northwestern corner of HSK-3D, and northeastern portion and some extending areas are characterized by irregularly swollen, or roughly heaped unsmooth sea bottom surface. Such irregular topographic features of the seabed can be interpreted formed by Holocene or the youngest Quaternary submarine landslides from the point of view of their distribution within the basin. Within cross sectional views of the seismic data, those landslide bodies are observed as externally discontinuous and internally chaotic layers within orderly stacking parallel layered succession in seismic facies. These youngest submarine landslides seen in recent topography can largely be classified into 4 groups; called i) Shizunai, ii) Urakawa, iii) Samani and iv) Erimo Submarine Landslide, and they are laterally arrayed from northwest to southeast and running down generally from northeast to southwest on the continental slope of Hidaka Trough (Figure).
In addition, many buried submarine landslide bodies in the sediments filling the Hidaka Trough (e.g., Monbetsu SLS) can be recognized by seismic facies interpretation in the cross sections and time slice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

images. In the Hidaka Trough, Cretaceous to Quaternary sediments ranging up to 10km in thickness are present. Four horizons, A, B, C and D had been selected and traced within the sedimentary succession in this study. On the basis of chronostratigraphic correlation to the preceding studies, B, C, and D are correlative to intra-middle Pleistocene equivalent to the base of NPD12, base of middle Pleistocene Calabrian, and base of Pliocene, respectively. Horizon A is inferred as a horizon in the upper Pleistocene or Holocene. At least more than 3 landslide events can be detected in the stratigraphic unit between seabed and horizon A. In the unit between horizons A and B, 3 to 5 events are recognized, and there are equivalent numbers of landslide events in the unit between horizons B and C. Almost sediments are interpreted as chaotic seismic facies below horizon D.

キーワード：海底地すべり、日高舟状海盆、海底地すべり津波、三次元地震探査
Keywords: submarine landslide, Hidaka Trough, submarine landslide-induced tsunami, 3D seismic survey

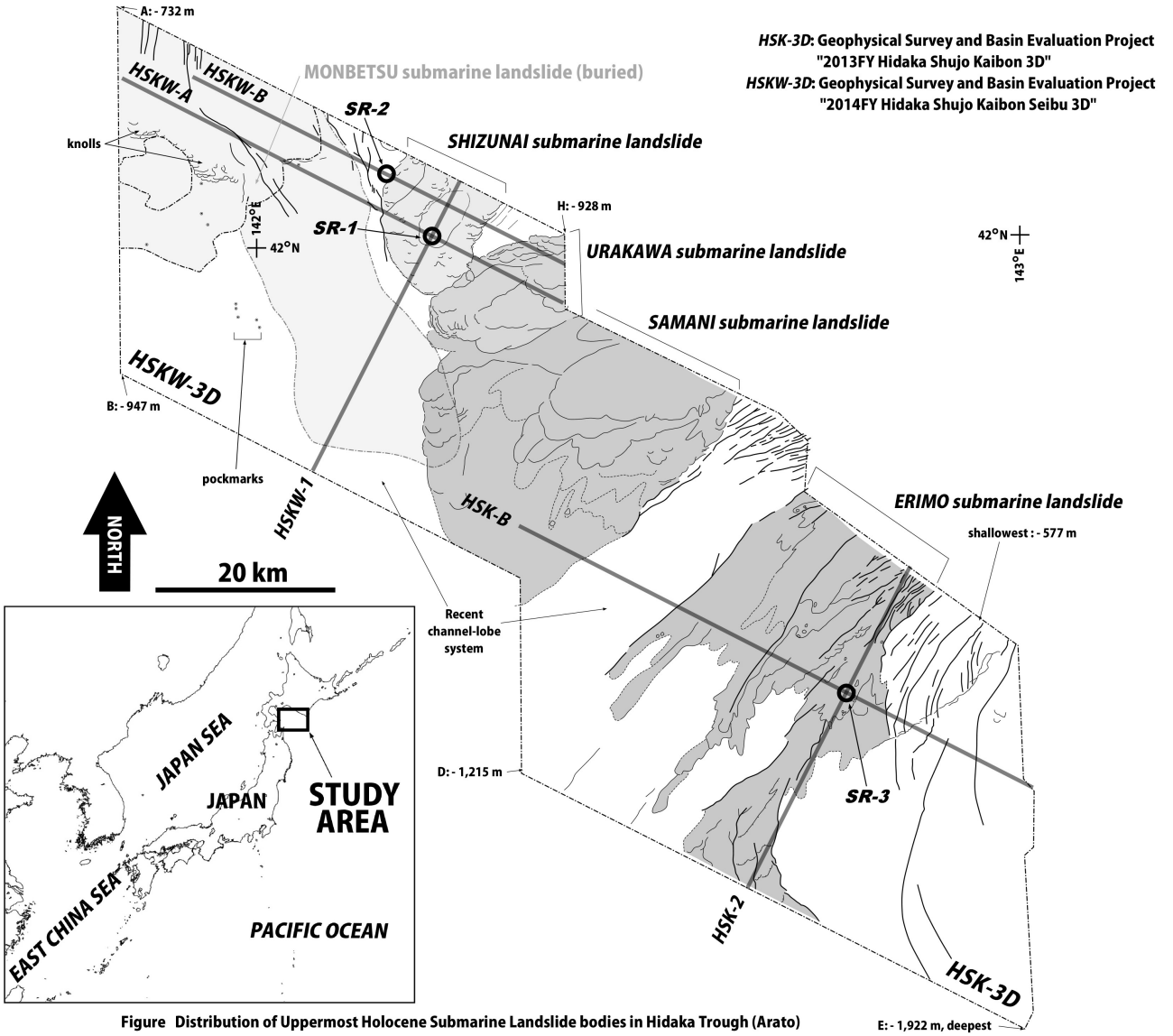


Figure Distribution of Uppermost Holocene Submarine Landslide bodies in Hidaka Trough (Arato)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Origin and distribution of mass-transport deposits in the Pleistocene forearc basin, central Japan, deduced from tephro- and biostratigraphy

*宇都宮 正志[1]、山本 由弦[2]、水野 清秀[1]
*Masayuki Utsunomiya[1], Yuzuru Yamamoto[2], Kiyohide Mizuno[1]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 海洋研究開発機構
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. JAMSTEC

We introduce a field-based study on the basin-wide mass-transport deposits (MTDs) by means of biostratigraphy and the marker tephra beds. The Kazusa Group, the Pleistocene forearc-basin fill exposed in central Japan, is characterized by high sedimentation rate and its stratigraphy is well-established. We focused on three MTDs referred to as MTDs-8–10. They consist of folded blocks that range from tens of centimeters to more than tens of meters in width and thickness, in a sandy mud matrix commonly containing volcaniclastics (e.g., pumice grains and euhedral crystals). The overall thickness of these MTDs ranges from ~20 to 100 m. Based on the lateral correlation of the tephra marker beds, these MTDs can be traced laterally for more than several tens of kilometers. MTD-8 (1.3 Ma) and MTD-9 (1.2 Ma) contain blocks characterized by folding, internal minor faulting, different attitude of bedding planes from the general trend, and occasionally overturned. The blocks in MTD-8 contain tephra beds and calcareous nannofossils that are typically found in the older strata down to 250 m below it, which suggest that the blocks are considered to have originated from the upstream excavated area and spread out laterally to cover the open seabed. On the other hand, MTD-10 (1.2 Ma) is characterized by a laterally-stacking pattern showing lamp-flat geometry, and the original stratigraphic positions of the blocks are consistent with the host strata, indicative of translational movement. The sedimentary dykes were observed in the basal slide plane, suggesting excess pore pressure within the slip zone. The different modes of occurrence are likely to be a result of local variation in slope gradient and distance of downslope migration. That is, initial phase of mass transportation on low-gradient slope represented a slide (MTD-10), whereas moving over a sufficiency long distance exhibited more mixtured and deformed slump (MTDs-8 and 9). Combination of studies on MTD textures, tephro- and biostratigraphy has great advantage to know their spatial distribution, original stratigraphic position where the MTDs were initiated, and mechanism to generate variable occurrence of MTDs.

キーワード：submarine landslide、mass-transport deposit、Kazusa Group、calcareous nannofossils、tephra
Keywords: submarine landslide, mass-transport deposit, Kazusa Group, calcareous nannofossils, tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Physico-chemical properties of sediment cores from Yatsushiro Sea, western Kyushu

*北村 有迅[1]、後藤 滝弥[2]、堀 航喜[2]、池端 雄太[2]、影山 遼[2]、川端 訓代[1]、小山 大輝[1]、山﨑 楓[2]、白鳳丸KH-18-3 乗船研究者
*Yujin Kitamura[1], Ryoya Goto[2], Koki Hori[2], Yuta Ikebata[2], Haruka Kageyama[2], Kuniyo Kawabata[1], Daiki Oyama[1], Kaede Yamasaki[2], Hakuho-maru KH-18-3 Scientists

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻、2. 鹿児島大学理学部地球環境科学科
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Submarine active faults in Yatsushiro sea, western Kyushu, constitute the Yatsushiro section of Hinagu fault zone in its southwest end. The 2016 Kumamoto Earthquake was sourced from a part of active faults of the Futagawa-Hinagu fault zones. Earthquake shaking occasionally triggers submarine landslide. As submarine landslide can take place in very gentle slope (< 1˚), Yatsushiro sea is yet to be a scene for it although the area is a shallow and relatively small sedimentary basin. However, any record of submarine landslide in this area has not been reported.

Minamata bay, southern Yatsushiro sea, is known to be mercury pollution from a chemical plant drainage. A complex space-time distribution of mercury content in the sediments has been revealed (Tomuyasu et al., 2014). As the transportation of the mercury-containing clastics depends on sedimentation rate and/or water current, submarine landslide is a candidate for the factor of drastic change in benthic environment.

Here we conducted four-days research cruise Hakuho-maru KH-18-3 in July, 2018 to reveal submarine landslide records and benthic environment in Yatsushiro sea. We conducted subbottom profiling, piston coring at 11 sites, and multiple coring at 13 sites). Recovered cores are analyzed by X-ray CT scanner, multi-sensor core logger, core imaging apparatus, visual core description, color spectroscope, X-ray fluorescence core scanner (Itrax), and so do discrete samples by vane shear tester, picnometer with sediments and by Radon monitor with sea water and pore water.

Our results revealed clear difference in the lower part of each core compared to the upper part. By referring piston cores and their age data by Inoue et al. (2011), these distinctive units is caused by hiatus between about 3 to 8 ka. The lower sediments below the hiatus are characterized by rather high vane shear strength, low porosity and abundant terrigenous sediments. The depth of hiatus varies in site by site, which suggests difference in local depositional environment. Sedimentation rate of recent 50 years which Rifardi et al. (1998) inferred from superficial sediments cannot be applied for whole core, but the rate in longer time scale must be further smaller.

キーワード：タービダイト、浅海堆積物、平成28年熊本地震、水銀、八代海、水俣湾
Keywords: turbidites, shallow marine deposit, 2016 Kumamoto earthquake, mercury, Yatsushiro sea, Minamata bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[H-DS12] Advanced Remote Sensing toward Mega-Disaster Response

コンビーナ:栄珠 郭(水災害リスクマネジメント国際センター)、竹内 渉(東京大学生産技術研究所)

Natural disaster under climate change is a serious threat to sustainable development, and in recent years natural disasters, i.e., hydro-geo-meteorological hazards and risks, have been frequently experienced in many countries by both developing and developed countries.
To achieve Sustainable Development Goals (SDGs), this session introduces papers focused on both principles and applications of remote sensing to promote investment in disaster risk reduction using integrated GIS and space infra data. Advanced remote sensing with Earth observation (EO) data appears to be the way forward in reducing damages and the death toll or affected people at local, national, regional and global levels.
We encourage the presentation of new research findings and novel approaches on land surface dynamics due to mega disasters between near-real time observation and long-term trends with water/hydrological cycle, such as floods, tropical cyclones (typhoons), storm surges, earthquakes, tsunamis, landslides, and wildfires.

[HDS12-P01] Satellite-based assessment of electricity restoration efforts in Puerto Rico after Hurricane Maria

*Miguel O Roman[1]、Eleanor Stokes[2,3]、Zhuosen Wang[2,3]、Virginia Kalb[3]、Ranjay Shrestha[4,3] (1.Earth from Space Institute, Universities Space Research Association、2.Earth System Science Interdisciplinary Center, University of Maryland、3.NASA Goddard Space Flight Center、4.Science Systems and Applications, Inc)

[HDS12-P02] **Flood inundation forecasting coupled with in-situ water level and satellite data**

*Young-Joo Kwak[1]、Jonggeol Park[2]、Wataru Takeuchi[3] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management、2.Tokyo University of Information and Sciences、3.University of Tokyo)

[HDS12-P03] バングラデッシュ海岸域における水害長期モニタリング
★招待講演

*朴 鍾杰[1]、栄珠 郭[2] (1.東京情報大学、2.土木研究所)

[HDS12-P04] Automatic shoreline detection and coastal change detection using multiple satellite data in Bangladesh

*Young-Joo Kwak[1] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management)

Satellite-based assessment of electricity restoration efforts in Puerto Rico after Hurricane Maria

*Miguel O Roman[1], Eleanor Stokes[2,3], Zhuosen Wang[2,3], Virginia Kalb[3], Ranjay Shrestha[4,3]

1. Earth from Space Institute, Universities Space Research Association, 2. Earth System Science Interdisciplinary Center, University of Maryland, 3. NASA Goddard Space Flight Center, 4. Science Systems and Applications, Inc

Understanding the distribution and duration of power outages after a disaster is a precursor to minimizing their harmful consequences, especially to vulnerable communities. Here, we use satellite-derived daily estimates of lights to monitor electricity restoration efforts in Puerto Rico following Hurricane Maria, which caused the longest blackout in US history. Within all settlements, we track how long it took to restore electricity, and assess the characteristics of communities that shouldered the most extended outages. Our results show an 80% decrease in lights, in total, immediately after Hurricane Maria. During the recovery, a disproportionate share of long-duration power failures (> 120 days) occurred in rural municipalities (41% of rural municipalities vs. 29% of urban municipalities), and in the northern and eastern districts. Unexpectedly, we also identify significant disparities in electricity recovery within municipalities. Land use, proximity to highways, and the structure and density of the built environment were all factors that influenced restoration times. For many urban municipalities, poor residents lived in less dense, detached housing—where power restoration lagged. The results demonstrate the capability of nighttime satellite imagery to monitor power availability at a high spatial resolution, linking monitoring efforts to neighborhood-scale demographic data. They also identify the unintended consequences of current density-based power restoration protocols. Through the integration of in-situ, satellite, and socioeconomic data products, disaster responses to long-term events can become more strategic to minimize harm, incorporating adaptive community capacity as an additional variable to determine where power should be restored.

Keywords: VIIRS DNB, Black Marble, nighttime lights, power outage detection, energy access, disaster risk reduction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Flood inundation forecasting coupled with in-situ water level and satellite data

*Young-Joo Kwak[1], Jonggeol Park[2], Wataru Takeuchi[3]

1. ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management, 2. Tokyo University of Information and Sciences, 3. University of Tokyo

With extreme weather events, catastrophic floods occur as one of the major disasters in the world. With the development of spaceborne optical and SAR (synthetic aperture radar) sensors, flood detection algorithms should be progressively developed to produce more accurate flood maps

Despite very limited satellite-based data, this study introduces good examples of snapshot flood detection and flood inundation forecasting focusing on short-term flood extent change using a new index-based flood algorithm with a synchronized floodwater index ($SfWI^2$). MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer, NASA-USGS) time series data were mainly employed to detect the annual and potential flood extent of 2017. The pilot study was selected in the mega deltas over vast low-lying areas of Bangladesh and India (i.e., the 2017 flood in the basins of the Ganges, Brahmaputra and Magna rivers) As preliminary results, the resultant maps represented the dynamics of flood extent and flood propagation process. This approach shows a methodological possibility for instant and comprehensive flood mapping at the international river-basin level. For application to a global flood mapping, reliable satellite-derived flood maps will contribute flood risk management. In order to improve the accuracy of rapid flood mapping, we should solve many ambiguities in particular, surface complexity, i.e., urbanized mega-delta floodplains.

Keywords: Flood detection, Inundation forecasting, MODIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

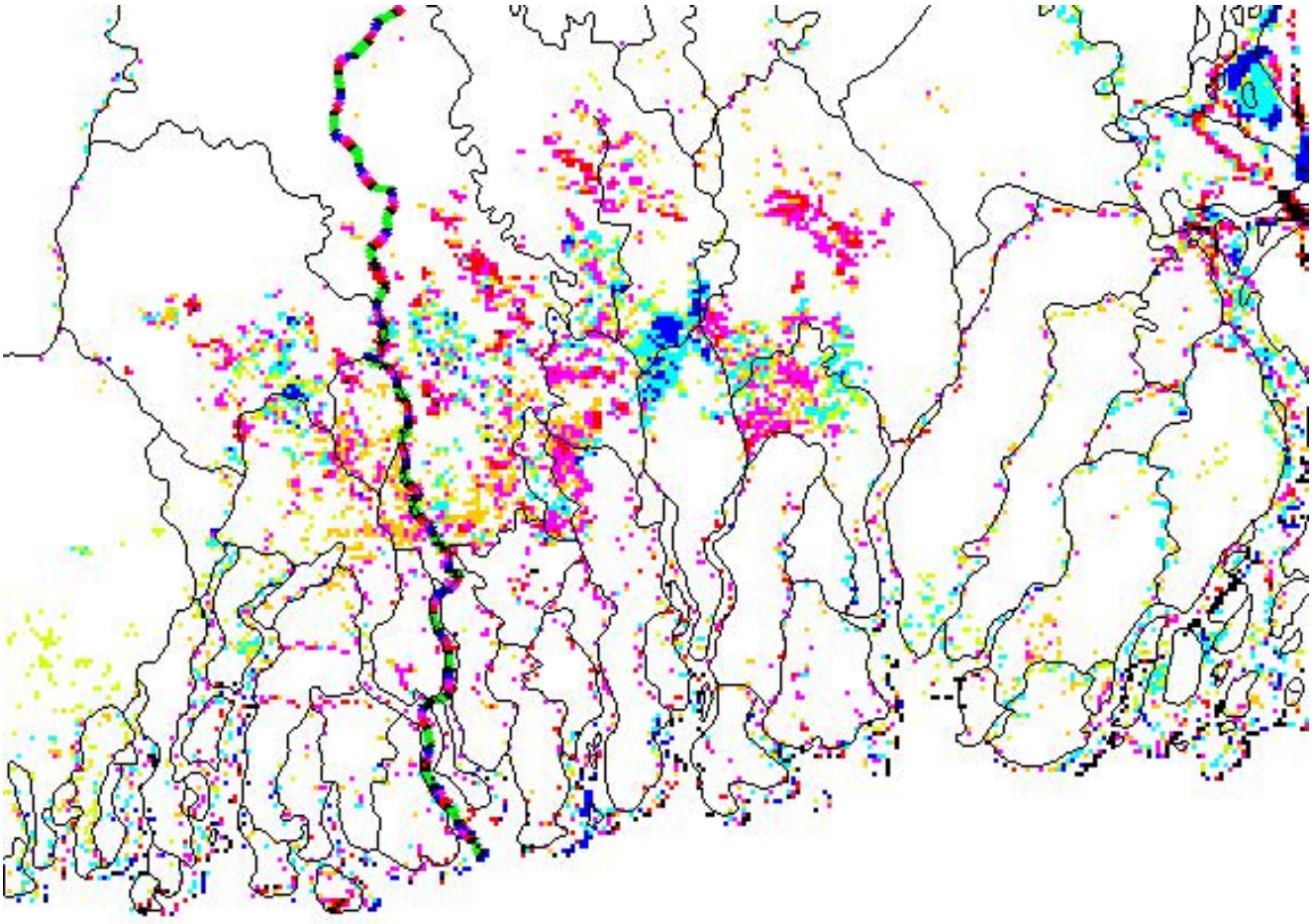
バングラデッシュ海岸域における水害長期モニタリング
Long term monitoring of flood damage in the coastal area of Bangladesh

*朴 鍾杰[1]、栄珠 郭[2]
*Park Jonggeol[1], Young-Joo Kwak[2]

1. 東京情報大学、2. 土木研究所
1. Tokyo University of Information Sciences, 2. ICHARM-UNESCO

本研究は15年間（2001年から2015年まで）のMOD13A2データを用いてバングラデシュの海岸域における洪水域変化傾向について調べた。MOD13A2データセットからNDVIとNDWIを計算し、さらに雲の影響を取り除くためにカルマンフィルタを用いた。水域検出はNDVIとNDWIを用いた判別分析によって求めた。年間水域検出データ（23旬）を用いて最大連続浸水期間を求め、最小二乗法による1次線形勾配を求めた。その結果、クルナ管区では増加傾向であることが分かった。

キーワード：洪水、MODISデータ、NDWI
Keywords: Flood, MODIS, NDWI



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automatic shoreline detection and coastal change detection using multiple satellite data in Bangladesh

*Young-Joo Kwak[1]

1. ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management

The Bangladesh government has been faced with the risk of coastal erosion as one of the urgent issues in land use planning and coastal management. As a preliminary investigation, an automated algorithm was proposed focusing on shoreline detection using multiple satellite data. The selected study site is located in the estuary of the Meghna River around the Gulf of Bengal in Bangladesh.

We employed Landsat-7, -8 data (90m and 30m spatial resolution, respectively) and ALOS, ALOS-2 (12.5m and 25m spatial resolution, respectively) to detect accurate coastal lines during the similar snapshot period.

As a result of automatic shoreline detection and coastal change detection by the interpretation and classification, the average rate of coastal line change was 0.5km (eroded) per year for the period between 2010 and 2019 in case of Meghna River along Noahkali (Noler Char). In addition, the resultant coastal change line was also verified by ground truth and field survey data using a small unmanned aerial vehicle (sUAV: Quadcopter with a flight control system, ©DJI Technology Co. Ltd., China) for comprehensive validation.

This feasibility study will continually investigate the characteristics of short-term and long-term changes with the relationship between hydrological parameters such as precipitation, river discharge, wave, and tidal effect.

Keywords: Shoreline detection, Coastal change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[H-DS12] Advanced Remote Sensing toward Mega-Disaster Response

コンビーナ:栄珠 郭(水災害リスクマネジメント国際センター)、竹内 渉(東京大学生産技術研究所)

Natural disaster under climate change is a serious threat to sustainable development, and in recent years natural disasters, i.e., hydro-geo-meteorological hazards and risks, have been frequently experienced in many countries by both developing and developed countries.
To achieve Sustainable Development Goals (SDGs), this session introduces papers focused on both principles and applications of remote sensing to promote investment in disaster risk reduction using integrated GIS and space infra data. Advanced remote sensing with Earth observation (EO) data appears to be the way forward in reducing damages and the death toll or affected people at local, national, regional and global levels.
We encourage the presentation of new research findings and novel approaches on land surface dynamics due to mega disasters between near-real time observation and long-term trends with water/hydrological cycle, such as floods, tropical cyclones (typhoons), storm surges, earthquakes, tsunamis, landslides, and wildfires.

[HDS12-P01] Satellite-based assessment of electricity restoration efforts in Puerto Rico after Hurricane Maria

*Miguel O Roman[1]、Eleanor Stokes[2,3]、Zhuosen Wang[2,3]、Virginia Kalb[3]、Ranjay Shrestha[4,3] (1.Earth from Space Institute, Universities Space Research Association、2.Earth System Science Interdisciplinary Center, University of Maryland、3.NASA Goddard Space Flight Center、4.Science Systems and Applications, Inc)

[HDS12-P02] **Flood inundation forecasting coupled with in-situ water level and satellite data**

*Young-Joo Kwak[1]、Jonggeol Park[2]、Wataru Takeuchi[3] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management、2.Tokyo University of Information and Sciences、3.University of Tokyo)

[HDS12-P03] バングラデッシュ海岸域における水害長期モニタリング
★招待講演

*朴 鍾杰[1]、栄珠 郭[2] (1.東京情報大学、2.土木研究所)

[HDS12-P04] Automatic shoreline detection and coastal change detection using multiple satellite data in Bangladesh

*Young-Joo Kwak[1] (1.ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management)

Satellite-based assessment of electricity restoration efforts in Puerto Rico after Hurricane Maria

*Miguel O Roman[1], Eleanor Stokes[2,3], Zhuosen Wang[2,3], Virginia Kalb[3], Ranjay Shrestha[4,3]

1. Earth from Space Institute, Universities Space Research Association, 2. Earth System Science Interdisciplinary Center, University of Maryland, 3. NASA Goddard Space Flight Center, 4. Science Systems and Applications, Inc

Understanding the distribution and duration of power outages after a disaster is a precursor to minimizing their harmful consequences, especially to vulnerable communities. Here, we use satellite-derived daily estimates of lights to monitor electricity restoration efforts in Puerto Rico following Hurricane Maria, which caused the longest blackout in US history. Within all settlements, we track how long it took to restore electricity, and assess the characteristics of communities that shouldered the most extended outages. Our results show an 80% decrease in lights, in total, immediately after Hurricane Maria. During the recovery, a disproportionate share of long-duration power failures (> 120 days) occurred in rural municipalities (41% of rural municipalities vs. 29% of urban municipalities), and in the northern and eastern districts. Unexpectedly, we also identify significant disparities in electricity recovery within municipalities. Land use, proximity to highways, and the structure and density of the built environment were all factors that influenced restoration times. For many urban municipalities, poor residents lived in less dense, detached housing—where power restoration lagged. The results demonstrate the capability of nighttime satellite imagery to monitor power availability at a high spatial resolution, linking monitoring efforts to neighborhood-scale demographic data. They also identify the unintended consequences of current density-based power restoration protocols. Through the integration of in-situ, satellite, and socioeconomic data products, disaster responses to long-term events can become more strategic to minimize harm, incorporating adaptive community capacity as an additional variable to determine where power should be restored.

Keywords: VIIRS DNB, Black Marble, nighttime lights, power outage detection, energy access, disaster risk reduction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Flood inundation forecasting coupled with in-situ water level and satellite data

*Young-Joo Kwak[1], Jonggeol Park[2], Wataru Takeuchi[3]

1. ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management, 2. Tokyo University of Information and Sciences, 3. University of Tokyo

With extreme weather events, catastrophic floods occur as one of the major disasters in the world. With the development of spaceborne optical and SAR (synthetic aperture radar) sensors, flood detection algorithms should be progressively developed to produce more accurate flood maps

Despite very limited satellite-based data, this study introduces good examples of snapshot flood detection and flood inundation forecasting focusing on short-term flood extent change using a new index-based flood algorithm with a synchronized floodwater index ($SfWI^2$). MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer, NASA-USGS) time series data were mainly employed to detect the annual and potential flood extent of 2017. The pilot study was selected in the mega deltas over vast low-lying areas of Bangladesh and India (i.e., the 2017 flood in the basins of the Ganges, Brahmaputra and Magna rivers) As preliminary results, the resultant maps represented the dynamics of flood extent and flood propagation process. This approach shows a methodological possibility for instant and comprehensive flood mapping at the international river-basin level. For application to a global flood mapping, reliable satellite-derived flood maps will contribute flood risk management. In order to improve the accuracy of rapid flood mapping, we should solve many ambiguities in particular, surface complexity, i.e., urbanized mega-delta floodplains.

Keywords: Flood detection, Inundation forecasting, MODIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

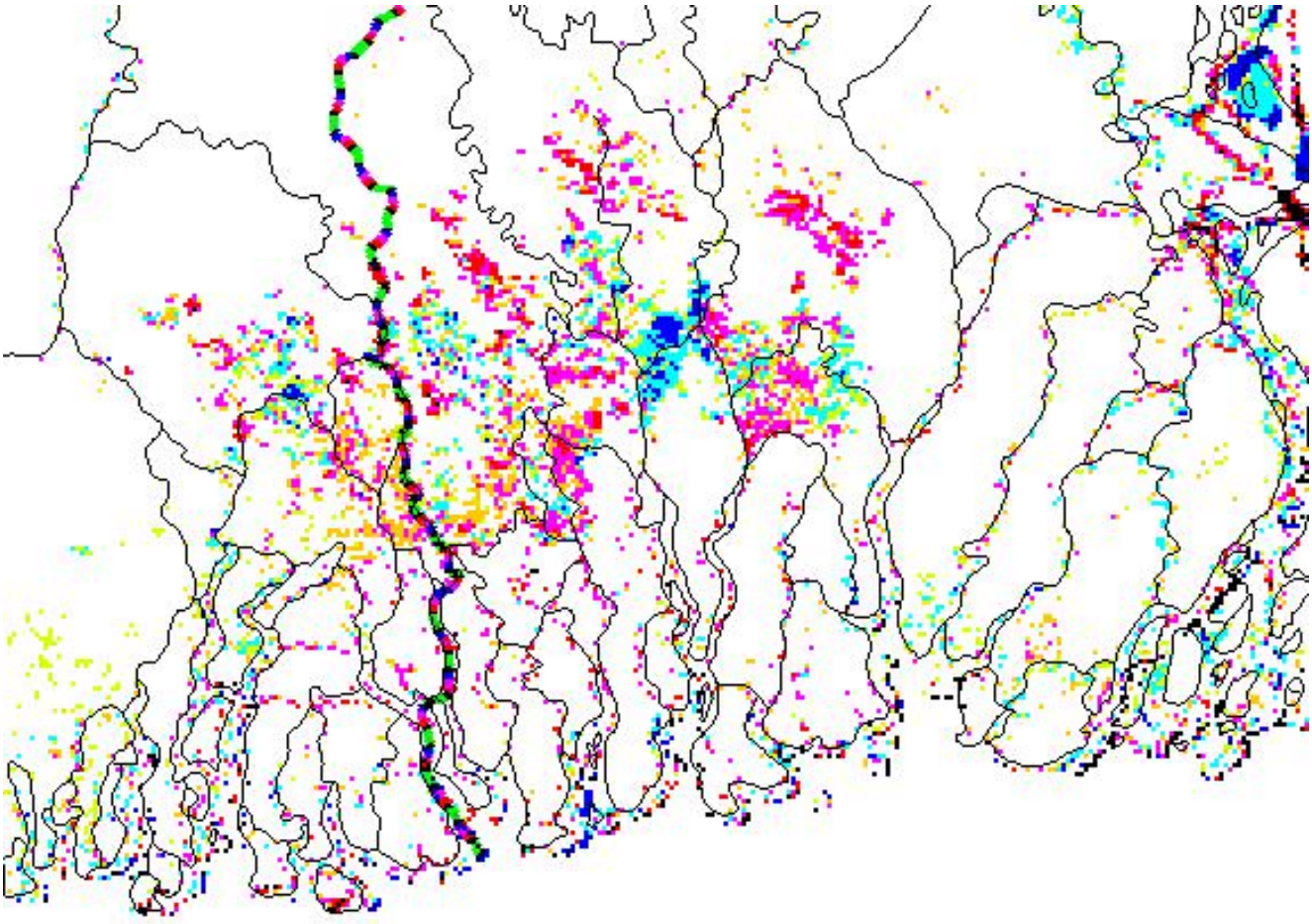
バングラデッシュ海岸域における水害長期モニタリング
Long term monitoring of flood damage in the coastal area of Bangladesh

*朴 鍾杰[1]、栄珠 郭[2]
*Park Jonggeol[1], Young-Joo Kwak[2]

1. 東京情報大学、2. 土木研究所
1. Tokyo University of Information Sciences, 2. ICHARM-UNESCO

本研究は15年間（2001年から2015年まで）のMOD13A2データを用いてバングラデシュの海岸域における洪水域変化傾向について調べた。MOD13A2データセットからNDVIとNDWIを計算し、さらに雲の影響を取り除くためにカルマンフィルタを用いた。水域検出はNDVIとNDWIを用いた判別分析によって求めた。年間水域検出データ（23旬）を用いて最大連続浸水期間を求め、最小二乗法による1次線形勾配を求めた。その結果、クルナ管区では増加傾向であることが分かった。

キーワード：洪水、MODISデータ、NDWI
Keywords: Flood, MODIS, NDWI



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automatic shoreline detection and coastal change detection using multiple satellite data in Bangladesh

*Young-Joo Kwak[1]

1. ICHARM-UNESCO: International Centre for Water Hazard And Risk Management

The Bangladesh government has been faced with the risk of coastal erosion as one of the urgent issues in land use planning and coastal management. As a preliminary investigation, an automated algorithm was proposed focusing on shoreline detection using multiple satellite data. The selected study site is located in the estuary of the Meghna River around the Gulf of Bengal in Bangladesh.

We employed Landsat-7, -8 data (90m and 30m spatial resolution, respectively) and ALOS, ALOS-2 (12.5m and 25m spatial resolution, respectively) to detect accurate coastal lines during the similar snapshot period.

As a result of automatic shoreline detection and coastal change detection by the interpretation and classification, the average rate of coastal line change was 0.5km (eroded) per year for the period between 2010 and 2019 in case of Meghna River along Noahkali (Noler Char). In addition, the resultant coastal change line was also verified by ground truth and field survey data using a small unmanned aerial vehicle (sUAV: Quadcopter with a flight control system, ©DJI Technology Co. Ltd., China) for comprehensive validation.

This feasibility study will continually investigate the characteristics of short-term and long-term changes with the relationship between hydrological parameters such as precipitation, river discharge, wave, and tidal effect.

Keywords: Shoreline detection, Coastal change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 106 1F

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)、座長:石丸 聡

変動帯では地震や火山活動による地質災害が頻発している。本セッションでは，湿潤変動帯における地質災害，特に地すべり，崩壊，土石流などのマスムーブメント、およびそれに関連する山体重力変形などの自然現象を対象とし，それらのメカニズムや発生の場，地質的時間軸における意義の解明，さらに災害軽減への方法論提言に向けて，関連諸分野の英知を糾合して発表・討論する。昨年の九州北部豪雨，今年の大阪府北部地震，西日本豪雨，北海道胆振東部地震についての発表も歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[HDS14-01] **2018年北海道胆振東部地震における斜面崩壊の発生場**

*石丸 聡[1]、廣瀬 亘[1]、川上 源太郎[1]、高橋 良[1]、加瀬 善洋[1]、輿水 健一[1]、小安 浩理[1]、千木良 雅弘[2]、田近 淳[3] (1.北海道立総合研究機構 地質研究所、2.京都大学防災研究所、3.株式会社　ドーコン)

11:00 ~ 11:15

[HDS14-02] 2018年北海道胆振東部地震による降下火砕物の地すべりの形態と被害

*田近 淳[1]、雨宮 和夫[2]、千木良 雅弘[3]、石丸 聡[4]、小池 明夫[1]、金 秀俊[1]、木崎 健治[5]、山根 幹生[6] (1.株式会社ドーコン、2.防災地質工業株式会社、3.京都大学防災研究所、4.北海道立総合研究機構地質研究所、5.きざき技術士事務所、6.有限会社テレリサーチ)

11:15 ~ 11:30

[HDS14-03] 平成30年7月豪雨，および北海道胆振東部地震で発生した崩壊における斜面切土の影響

*永田 秀尚[1] (1.有限会社風水土)

11:30 ~ 11:45

[HDS14-04] 伊豆大島南西部における地質時代の斜面崩壊

*鈴木 毅彦[1]、千木良 雅弘[2] (1.首都大学東京都市環境学部、2.京都大学防災研究所)

11:45 ~ 12:00

[HDS14-05] 赤谷西地区の岩盤クリープ斜面における孔内傾斜計によるひずみ速度の観測

*木下 篤彦[1,2]、田中 健貴[2]、桜井 亘[1]、内田 太郎[1]、林 幸一郎[3]、窪田 安打[3]、河戸 克志[4] (1.国土交通省国土技術政策総合研究所、2.国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、3.応用地質株式会社、4.大日本コンサルタント株式会社)

12:00 ~ 12:15

[HDS14-06] 広域における３次元比抵抗データを用いた地震時斜面崩壊の発生場の評価

*坂井 佑介[1]、内田 太郎[1]、藤原 康正[2] (1.国土技術政策総合研究所、2.株式会社エイト日本技術開発)

2018年北海道胆振東部地震における斜面崩壊の発生場

The sources of landslides occurred by the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

*石丸 聡[1]、廣瀬 亘[1]、川上 源太郎[1]、高橋 良[1]、加瀬 善洋[1]、奥水 健一[1]、小安 浩理[1]、千木良 雅弘[2]、田近 淳[3]
*Satoshi Ishimaru[1], Wataru Hirose[1], Gentaro Kawakami[1], Ryo Takahashi[1], Yoshihiro Kase[1], Ken'ichi Koshimizu[1], Hiromichi Koyasu[1], Masahiro Chigira[2], Jun Tajika[3]

1. 北海道立総合研究機構 地質研究所、2. 京都大学防災研究所、3. 株式会社　ドーコン
1. Geological Survey of Hokkaido, 2. Kyoto University, 3. Docon Co., Ltd.

2018年9月6日に，北海道胆振地方中東部の深さ37kmにおいてM6.7の胆振東部地震が発生した．この地震により震度7や6+を記録した厚真町やその周辺で斜面崩壊が多発し，多くの犠牲者を出した．斜面崩壊の数は約8000箇所にのぼるが，そのほとんどは震源北側の約20km×20kmの範囲に集中した．Varnesの分類に従えば，震源に比較的近い地域では，岩盤すべりや落石も見られるが，ほとんどは火山軽石・火山灰等の火山噴出物（以下，テフラと呼ぶ）による岩屑すべりであった．当地では複数のテフラ層やクロボク層が発達しており，地形発達史的観点から，この岩屑すべりを“土層すべり”と呼ぶ．

1　テフラ層の分布

斜面災害の多発地域には，層厚2m以上のテフラ・クロボク層が丘陵斜面や段丘崖上を厚く覆う．これらのテフラは，主に西方約50kmの支笏カルデラおよびその周辺の火山を起源とする．丘陵斜面上に見られる主なテフラ層は下位から支笏カルデラ起源のSpfa1 (48ka)，カルデラの北に位置する恵庭岳起源のEn-a (20ka)，南に位置する樽前山起源のTa-d (9ka)，Ta-c (3ka)，Ta-b (1667年)，Ta-a (1739年)である．崩壊多発地域の北側にはEn-aが厚く（>1m）分布し，南側の地域にはTa-dが厚く（>1m）分布しており，胆振東部地震により，これらのテフラを主体とする土層すべりが多数発生した．

2　地形発達にともなう丘陵上のテフラ

周氷河環境にあった1万年以上前の最終氷期には，斜面表層付近の物質は凍結融解によるソリフラクション（土壌匍行）が活発であったため，地表を覆ったSpfa1やEn-a以前の古いテフラは斜面上に残りづらく，尾根沿い，あるいは斜面の堆積域にあたる谷頭斜面や一部の斜面脚部にのみ残存する．一方，斜面下部については，晩氷期から完新世にかけて，気候の温暖化・多雨化により河川の下刻や側刻に伴う斜面の開析が活発となったため地形が更新された．したがって，丘陵斜面下方にあたる下部谷壁斜面上においても，最終氷期に降下したSpfa1やEn-aは残存せず，風化岩盤上の薄い斜面堆積物をTa-dが覆う．

なお，谷頭斜面などEn-aの残る斜面では，その下位にSpfa1の二次堆積物が見られる．Spfa1混じりの火山灰土は水を含みやすく，かつ滑りやすい特徴を持つ．一方，下部谷壁斜面ではTa-d層下位の斜面堆積物にはしばしば，En-aの二次堆積物がみられる．これらの二次堆積物および後述するTa-d最下部の水を含みやすいユニットが，今回の地震による土層すべりの主なすべり層準になったと推定される．

3　斜面崩壊事例

Ta-dが厚く分布する南側地域と，En-aが厚く分布する北側地域の代表的な斜面崩壊の事例をそれぞれ紹介する．

3.1　Ta-dが厚く分布する南側地域

最も多くの犠牲者を出した吉野地区の西隣りに位置する朝日地区の崩壊は，古い段丘が丘陵化した斜面の下部谷壁斜面にあたる平滑斜面で発生した．崩壊範囲は下部谷壁斜面最上部の遷急線付近を頭部とする．高さ35m，幅35m，奥行き90mであり，左右両側部には垂直に近い厚さ約3mの土層が露出する．崩壊の底面には，風化岩盤上の薄い斜面堆積物の表面に，黄白色の軽石混じりの水分を多く含む火山灰が削痕を伴い付着していた．側壁の土層観察によれば，すべり面となったのはTa-d最下部の水分を多く含む細粒軽石層であった．厚さ約130cmのTa-d層は，上部は風化により赤褐色化し一部粘土を伴うが，下部は鈍い灰色の軽石層

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

で細粒分は少なく透水性が良い．その上位に，Ta-c以上の細粒軽石層がクロボクを挟んでのる．崩壊土砂は斜面下にTa-d以上のテフラ・クロボク層の層序を概ね保ちながら流走・堆積した．

3.2　En-aが厚く分布する北側地域

安平川上流の右岸斜面では，高さ80m，幅45m，奥行きは230ｍの範囲が崩壊し，土砂が安平川を埋積した．崩壊斜面は遷急線を境に上部と下部に区分されるが，崩壊土砂は主として上部の谷頭部にあたる浅い平底の谷型地形を起源とするもので，En-a層を主体とする土層斜面が崩壊した．下部は崩壊以前からV字型の谷地形であり，崩壊移動体は下部斜面の高い位置を谷沿いに滑走し，土砂のほとんどが安平川の対岸に堆積した．

崩壊により露出した頭部側壁の土層観察によれば，層厚130cmのEn-aの上には薄いTa-d以上のテフラ層がのる．En-aは粒径1-2mmの輝石に富んだ軽石層で，その下位のガラス質のSpfa1混じり火山灰土がすべり面となっている．

4　南北両地域の崩壊地の形状

南側地域の斜面では，急傾斜地以外のほとんどがTa-dに厚く覆われる．今回の地震において，厚いTa-d層が崩壊の発生源となったことは上述の通りである．そのため，Ta-dが厚く堆積する斜面，特に比較的傾斜の急な下部谷壁斜面で崩壊が多発した．一方，北側地域では下部谷壁斜面を含め斜面上のTa-d層が薄いため，Ta-d層の崩壊は稀で，その下位のEn-aが厚く残存する谷頭斜面での崩壊が偏在する．

このように南北の地域で斜面崩壊の発生する地形的位置が異なるため，崩壊発生域の形状が異なる．その平面形状は，南側では斜面上部から下部まで全面的に崩壊するのに対し，北側では斜面上部は幅広でも下部で狭まる．

キーワード：2018年北海道胆振東部地震、テフラ層、谷頭斜面、下部谷壁斜面
Keywords: the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, tephra layer, valley head slope, lower valley-side slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年北海道胆振東部地震による降下火砕物の地すべりの形態と被害
Feature of landslide of pyroclastic fall deposits induced by 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, and its relation with damage

*田近 淳[1]、雨宮 和夫[2]、千木良 雅弘[3]、石丸 聡[4]、小池 明夫[1]、金 秀俊[1]、木崎 健治[5]、山根 幹生[6]
*Jun Tajika[1], Kazuo Amemiya[2], Masahiro Chigira[3], Satoshi Ishimaru[4], Akio Koike[1], Hidetoshi Kon[1], Kenji Kizaki[5], Nobuo Yamane[6]

1. 株式会社ドーコン、2. 防災地質工業株式会社、3. 京都大学防災研究所、4. 北海道立総合研究機構地質研究所、5. きざき技術士事務所、6. 有限会社テレリサーチ
1. Docon Co.,Ltd., 2. Bousai Chishitsu Kogyo Co.,Ltd., 3. Kyoto University, 4. Geological Survey of Hokkaido, HRO, 5. Kizaki PE Office, 6. Terre Research Co.

2018年北海道胆振東部地震では厚真町を中心に多くの斜面変動（landslide）が発生した．なかでも36人もの人的被害を出したのは，完新世降下火砕物からなる崩壊性地すべり（Varnesの分類ではdebris slide；石丸ほか（本学会発表）の「土層すべり」，以下，単に地すべりと呼ぶ）であった．この講演では厚真地域における地すべり発生地の地形地質条件と地すべりの形態的な特徴を示して，被害との関係を考える．

厚真地域は，石狩低地帯の東縁の台地・丘陵・山地にあたり，基盤の新第三系堆積岩類の上を主に支笏・恵庭・樽前火山由来のテフラが覆っている．とくに，この地域は樽前d降下火砕物（Ta-d; 9ka）の分布の主軸にあたる．地すべりはマントルベッディングしたTa-d（厚さ1～２m）とそれ以降の樽前テフラ（Ta-c, -b, -a）と黒色土壌（合わせて厚さ約1.5～３m）が移動体として滑動したものである．

基盤の泥岩（やそれに由来した角礫層）をTa-dが直接覆っている斜面（幌里，本郷を除くほとんどの斜面）では，Ta-d軽石の下底面のやや上にすべり層が形成された．崩壊面には地震直後には厚さ1～3cmのすべり層（ハロイサイトを含むクリーム状粘土）が見られたが．1～2か月後には多くが流失し，粘土化した軽石層（Ta-d由来：すべり面残留軽石層）が残った．すべり面残留軽石層は谷壁や平滑斜面では数cmと薄いが谷底で10㎝前後と厚く，その一部は変形している．なお，Ta-dの下位に恵庭aテフラ（En-a：20ka）やその風化/再堆積火山灰土がある場合には，下位のEn-a 軽石まじり火山灰土がすべり層準となっている（幌里，本郷，幌内の一部）．

崩壊面の形態などから地すべりを以下のような７タイプに区分した．1)ごく緩い浅い谷型（Gv；傾斜10°未満．このタイプのみ移動体の大部分が崩壊源に残留，例：本郷），2)緩く浅い谷型（Sv；傾斜10°～25°，例：朝日），3)やや深い谷型（Dv；谷底の傾斜10°～25°，前面に崩落堆や沖積錐が発達，例：吉野，幌里，富里）．4) 懸谷型（Hv；谷型斜面が平滑斜面に切られた斜面，崩壊源は谷型斜面でその下の平滑斜面が削りとられる場合もある．例：幌内，厚幌），5)平滑型（Ps；25°～40°，遷急線付近から崩壊，下半は移動域の場合もある，例：吉野），6)複合型（Cf；複数の谷型の地すべりが小渓流に流下して流動化したもの）および7）重複型（Ol；移動体が緩斜面にオーバーラップし緩斜面が移動，例：富里）．

これらの斜面では程度の差はあるものの，斜面末端でTa-dの層理の切断が見られることが多い．Cf型ではTa-dが被覆する谷壁斜面が小渓流に下刻されている．またHv型では懸谷の出口でTa-dの分布形態が変化し薄化や欠落が起こっているため，「下部切断」に近い状態となっている（Chigira et al. 本学会発表）．また，Sv，Dv，Ps型では崩壊面の末端に遷急線や高さ1～3mの人工的な小崖が分布している場合が多い．

移動体を見ると各タイプとも，ほぼ堆積時の成層状態を保存した状態で移動している．移動体の先端は，複数の移動体のスライスがスタックして重なり，さらに前面にスラストを形成するもの（吉野，富里）から，移

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

動体がそのまま伸長分離してハンモック状に堆積するものまで各段階のものが認められた．先端に支障物があって拘束されている場合には前者，開放されている場合には後者のような形態になると推定される．また，すべり層の流動性が大きい場合には後者のようになり，特にCf型は複数の移動体が混合して岩屑なだれまたは土石流のような堆積体となっている．移動距離は一般にPs型に比べDv型やHv型，Cf型が大きい．移動体の厚さは，層厚に対応して1.5～3m前後で，スタックした部分では3～5mに達する．被災した住宅の多くはSv型, Dv型, およびPs型の移動体の押し出し域やCf型の小渓流の出口に位置していた．3mは概ね住宅の1階の高さである．

Ta-dは山地斜面がほぼ現在の地形になった完新世の初めのテフラであり，マントルベッディングの連続性がよい．また，軽石は風化が進んで粘土化（ハロイサイトが形成）していた．さらに自然状態や人為的なTa-dテフラの下部切断が進んでいた．これらの要因が今回の地すべりの主な地形地質的な素因である．一方，胆振東部地震は，2016年熊本地震に引き続き，マントルベッディングした降下火砕物の堆積した傾斜地（ごく緩い斜面を含む）で，ある程度の規模の内陸地震が起きた場合には，降下火砕物の地すべりが（おそらく）必ず発生することを示した．地震では事前の避難はできない．予防的な対策工事は必ずしも現実的ではない．このような斜面下に住む場合は，土石流の被害を避ける場合と同様に，谷の出口は避ける，あるいは，せめて2階以上を寝室にするなどの習慣付けが，発災時に犠牲者を少なくするための現実的な方法ではないだろうか．

キーワード：地震地すべり、テフラ、地すべり移動体、下部切断、風化
Keywords: landslide induced by earthquake, tephra, landslide body, Lower cutting, weathering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨，および北海道胆振東部地震で発生した崩壊における斜面切土の影響

Influence of slope cutting on failures induced by the July heavy rain, and the Iburi-tobu earthquake, 2018.

*永田 秀尚[1]
*Hidehisa Nagata[1]

1. 有限会社風水土
1. Fu-Sui-Do Company Limited

斜面の切土がその安定性に影響することはこれまでにも多くの例が示されてきた．ここでは，2018年6月28日から7月8日までの「平成30年7月豪雨」と2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震による崩壊例をいくつか報告する．平成30年7月豪雨では，広島県，愛媛県ほか，岐阜県を含む中部地方以西を主に日本各地で斜面崩壊が多発した．また，北海道胆振東部地震では，厚真町を中心に斜面崩壊が高密度で発生した．

ケースA（北海道）：台地末端の幅20mの崩壊である．平面長さも堆積域を含め50mと，非常に多数発生した胆振東部地震による崩壊の中でも規模的には小さいものである．他の崩壊の多くと同様，深度2.5mに位置する樽前dテフラ(9ka)の下底付近がすべり面となって崩壊した．崩壊した斜面の下部では作業小屋を設置するために高さ約3mの切土がなされていた．その結果，傾斜した弱層が切土面に露出する状態となっていた．

ケースB（愛媛県）：ミカン畑となっている斜面で発生した頭部幅30mの崩壊である．二次的に左側で深さ2mの崩壊が発生したが，初生的には深さ0.5m程度の表層崩壊である．その頭部には作業用の歩道があり，これがさらに掘り込まれて撒水用のパイプが埋設されていた．パイプからの漏水が崩壊の引き金になった可能性があり，表層崩壊頭部からガリーが多数発生している．少なくとも強風化した四万十帯砂岩の溝状の掘削は崩壊の要因となったものと考えられる．

ケースC（岐阜県）：マサ状に強風化したジュラ紀の飛騨花崗岩からなる林道の路肩が幅25mにわたって崩壊した．崩壊地はもともと浅い谷であり，道路はその上部を上り勾配で通過している．本来の谷の流域は狭いものであるが，豪雨時には上隣の谷から道路沿いに水が流れ込み，林道上のわずかな凹凸によって路肩へ排水された．この多量の流水が崩壊を引き起こしたと考えられる．道路が存在することによって流域面積は少なくとも8.5倍となっていた．

住宅を含めた構造物の立地のために斜面の切土が避けられない場合がある．また，農林業の効率的な経営のために林道・作業道の密な配置は必要でもある．しかし，切土は規模にかかわらず斜面への水文的，微地形的な影響は発生する．豪雨や地震のような大きなインパクトがあった場合，改変された地形は崩壊の要因となり得る．ケースAでは弱層を斜面下部で切断したこと，ケースB，ケースCでは切土した斜面上部から水が流入したこと．とくにケースCでは他の流域の水を引き込んだことが崩壊を引き起こした．斜面に切土を計画する場合，微地形や表層の地質性状や構造を把握し，適切な設計，施工，保守を行う必要がある．

キーワード：平成30年7月豪雨、北海道胆振東部地震、斜面崩壊、切土
Keywords: 2018 July heavy rain, 2018 Iburi-tobu earthquake, slope failure, cutting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島南西部における地質時代の斜面崩壊
Slope failures occurred in the southwest part of the Izu-oshima Island in geological time, NE Japan

*鈴木 毅彦[1]、千木良 雅弘[2]
*Takehiko Suzuki[1], Masahiro Chigira[2]

1. 首都大学東京都市環境学部、2. 京都大学防災研究所
1. Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1．はじめに

湿潤変動帯に位置する日本列島においては斜面崩壊が頻繁に発生し，時に甚大な災害をひきおこす．崩壊発生の素因と誘因には多数の組み合わせがある．そのうち未固結な火山砕屑物分布域における地震動による流動性地すべりとして，2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）や2018年北海道胆振東部地震（M6.7）の際に発生した事例があげられる．

一般に未固結な火山砕屑物とは，火山の爆発的噴火によりもたらされる降下火砕物とそれを含む風成堆積物であり，いわゆる「ローム（層）」とよばれ日本列島各地に分布する．小起伏な丘陵・山地でありロームが厚く堆積している地域は流動性地すべりの発生頻度が高いことが予想される．

このようなロームが顕著に堆積する地域として阿蘇カルデラ東側，富士山東側，伊豆大島などがあげられる．これら地域ではローム中に複数の不整合（斜交ともよばれる）が存在することが知られている．かつてはこの不整合を海面変動や地殻変動，火山活動などと関連させる見方があった（上杉ほか，1983など）．しかしロームの編年研究が日本各地で進み，上記の諸現象から不整合を説明することは困難であるように思われる．

本研究では不整合を流動性地すべりに起因（ただし地震動によるものかそれ以外の誘因かは判断困難）すると考え，その層準解明により地すべりの頻度や発生の地学的条件を明らかにすることを試みる．その一つの事例として伊豆大島の地層大切断面を検討対象とした．その理由は不整合の形成を精度よく復元するために都合のよい降下火砕物が極めて多数存在するからである．

2．地層大切断面の概要と研究手法

地層大切断面は伊豆大島南西部の都道路沿いにあり，長さ600 m以上高さ約20 mにわたる，多数の降下火砕物を含むロームの連続露頭である．降下火砕物は緩やかな丘陵状の地形を覆うため波うつようにみえる．川辺（1998）によればこれらの大半は先カルデラ火山新期山体（約20 ka以降）を構成するものであり，約100の部層からなる．本露頭を詳細に記載した上杉ほか（1994）によれば少なくとも127（上位からO1-95，Osb96-127）以上の部層からなり下限は25 kaを遡り，また露頭の上部には新期大島層群（約1.8 ka以降；川辺，2012）も部分的に露出するとされている．

不整合の実体を把握するため降下火砕物の年代を正確に把握することに努めた．上杉ほか（1994）では未較正の14-13 kaを示す放射性炭素年代測定値をもとに噴火頻度が一定であったという仮定にもとづき降下火砕

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

物の年代を求めており充分な精度がない．本研究では火山灰土に含まれる腐植を対象に，O55の上位，下位それぞれ9，16層準で放射性炭素年代測定を実施した．得られた最も古い年代値は測定O95の4 m下の18,598-18,287 cal BPである．また本露頭の重要指標層であるO95とO55の年代はそれぞれ16-17 ka，11-12 ka，このほかK-Ah (7307-7196 cal yrs BP; McLean et al., 2018)を検出し，露出する降下火砕物の信頼性の高い年代値が得られた．

3．認定された不整合の数と年代

大切断面をWest，Middle，Eastに分けた．それぞれで顕著な不整合面を識別してそれらを側方に欠落のない箇所まで追跡し層位を検討してそれぞれ上位から1，2と番号をふった．全体を通して上位から指標層とあわせて記すと，E-1，C-1，O55（11-12 ka），C-2，W-1，E-2，O95（16-17 ka），E-3となるが，E-1とC-1，およびC-2とW-1とE-2の組合せはそれぞれ上下関係が不明確で同層準になる可能性もある．最大で19-1.8 kaの17000年間で6回の不整合（流動性地すべり）が形成されたことになる．また，11-19 ka間の約8000年間にそれ以降よりも高頻度で不整合が形成されていた可能性がある．

本研究は京都大学防災研究所一般共同研究（H29～30年）「火山灰地域における地震時流動性地すべりのカタログ作成と崩壊ハザードマップ」（課題番号29G-07）により実施した．ここに記して深く感謝いたします．

引用文献

川辺(1998)伊豆大島火山地質図. 川辺（2012）地質調査研究報告, 63, 83-289. McLean et al. (2018) Quaternary Science Reviews, 183, 36-58. 上杉ほか(1983)アーバンクボタ, 21, 2-17.上杉ほか（1994）第四紀研究, 3, 165-187.

キーワード：斜面崩壊、ローム、伊豆大島
Keywords: Slope failure, Tephric soil deposits, Izu-oshima Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

赤谷西地区の岩盤クリープ斜面における孔内傾斜計によるひずみ速度の観測

The strain rate observation by the borehole inclinometer on the bedrock creep slopes in Akadani-west area

*木下 篤彦[1,2]、田中 健貴[2]、桜井 亘[1]、内田 太郎[1]、林 幸一郎[3]、窪田 安打[3]、河戸 克志[4]
*Atsuhiko Kinoshita[1,2], Yasutaka Tanaka[2], Wataru Sakurai[1], Taro Uchida[1], Koichiro Hayashi[3], Yasuuchi Kubota[3], Katsushi Kawato[4]

1. 国土交通省国土技術政策総合研究所、2. 国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、3. 応用地質株式会社、4. 大日本コンサルタント株式会社
1. National Institute for Land and Infrastructure Management, 2. Sediment Disaster Prevention Technology Center, Kinki Developing Regional Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism , 3. OYO Corporation, 4. NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

2011年の紀伊半島大水害では，紀伊山系で多数の深層崩壊が発生している．これらの被害を軽減するには，深層崩壊危険斜面の抽出手法を確立し，事前に対策を検討しておく必要がある．これまで，深層崩壊危険斜面の抽出技術として，レーザプロファイラなどの地形図から微地形を判読する手法，地質・地形的な概況から危険度を判定する手法などが提案されている．一方で，岩盤クリープ斜面などの崩壊危険斜面において，ひずみ速度の計測などが行われている事例はほとんど無く，既往の手法の妥当性が十分検証されていない実態がある．本研究では，岩盤クリープ斜面である赤谷西地区の2斜面において，ボーリング調査を行うとともに孔内傾斜計によるひずみ速度の観測を行った．また，この実測値を基に，既往研究による危険度手法の妥当性を検証した．

本研究では，まず，岩盤クリープが発生している赤谷西地区の2斜面(赤谷西Ⅰ・Ⅱ地区)において，レーザプロファイラによる地形データから，ひずみ率(滑落崖の長さを斜面長で除した値)の計測を行った．また，千木良らによる地質・地形から危険度を評価する手法を用いて，2斜面の危険度を評価した．その他，当該箇所は空中電磁探査を実施しており，地盤の比抵抗分布からもひずみの程度を調査した．これらの手法によって，危険度を評価した後に2斜面においてそれぞれ2箇所ずつボーリング調査を行った．ボーリング箇所においては，孔内傾斜計によるひずみ速度の観測を行った．これらにより，実測のデータと危険度評価結果の整合性について検証した．

赤谷西Ⅰ地区のひずみ率は4.1%，地質・地形による危険度はⅣであった．赤谷西Ⅱ地区のひずみ率は2.7%，地質・地形による危険度はⅡであった．このことから，既往研究による危険度評価としては，赤谷西Ⅰ地区の方が危険度が高いことが分かった．また，孔内傾斜計によるひずみ速度は赤谷西Ⅰ・Ⅱ地区でそれぞれ0.6mm/年，1.0mm/年であった．このため，実測データでは赤谷西Ⅱ地区の方が危険度が高いことが分かった．一方，空中電磁探査による比抵抗分布だと，赤谷西Ⅱ地区で比抵抗に大きな変化が見られており，実測データとの整合が取れていることが分かった．このことから，複数の手法を組み合わせることで精度良く危険度が評価できる可能性があることが分かった．

キーワード：岩盤クリープ、孔内傾斜計、ひずみ速度
Keywords: Bedrock creep, Borehole inclinometer, Strain rate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広域における３次元比抵抗データを用いた地震時斜面崩壊の発生場の評価
Assessing Potential Landslide Areas Due to Earthquake Using Three-Dimensional Resistivity Datasets from Across a Wide Area

*坂井 佑介[1]、内田 太郎[1]、藤原 康正[2]
*Yusuke Sakai[1], Taro Uchida[1], YASUMASA FUJIWARA[2]

1. 国土技術政策総合研究所、2. 株式会社エイト日本技術開発
1. National Institute for Land and Infrastructure Management , 2. Eight-Japan Engineering Consultants

近年、平成23年東北太平洋沖地震、平成28年熊本地震、平成30年北海道胆振東部地震など、地震を誘因とした斜面崩壊による土砂災害が頻発している。将来的には、南海トラフ地震なども想定される中で、地震を誘因とする土砂災害の被害を防止・軽減する対策は喫緊の課題となっている。このことから、地震時斜面崩壊の発生場を広域において事前に推定する手法が数多く検討され、精度が検証されてきている。そして、これらの手法では、斜面崩壊の危険度を評価する項目について、素因として斜面勾配や斜面の曲率、起伏量などの地形条件が用いられることが多い。

一方で、平成28年熊本地震における京都大学火山研究センター周辺で発生した地すべりのように、地盤構造の影響が非常に大きい事例も報告されている。このような事例の発生場を抽出するためには、地盤情報を評価項目とする必要があるが、これまで面的な地盤情報は地質図による分類のみであった。また、深度方向の地盤情報はボーリングによる点での情報であることが多い。このように、地震時斜面崩壊の発生場を広域において精度よく抽出するためには、地盤構造に関する３次元の空間情報が不足しているという課題がある。

そこで、筆者らは、空中電磁探査によって取得できる比抵抗に着目した。空中電磁探査は，電磁誘導現象を利用する電磁探査の一つで，ヘリコプターに曳航した電磁センサーを用いて地中の電磁場応答を測定することで，広域における比抵抗の３次元構造を把握する探査手法である。

本研究では、空中電磁探査で取得した３次元比抵抗データが、広域における地震時斜面崩壊の危険度評価の項目として活用可能か検証することを目的して実施した。使用したデータは、平成28年熊本地震前に阿蘇中央火口丘周辺で空中電磁探査によって取得された３次元比抵抗データ及び平成28年熊本地震前後の航空レーザ計測結果およびオルソ画像から判読した崩壊分布図である。上記のデータをGIS上で重ね合わせることにより、地震時斜面崩壊の発生場の３次元比抵抗の特徴について分析した。また、この分析から、３次元比抵抗データが地震時斜面崩壊の発生場の危険度評価項目として活用可能か検証した結果を報告する。

キーワード：比抵抗、空中電磁探査、斜面崩壊、地震
Keywords: resistivity, airborne electromagnetic survey, landslide, earthguake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 106 1F

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)、座長:千木良 雅弘、内田 太郎

変動帯では地震や火山活動による地質災害が頻発している。本セッションでは，湿潤変動帯における地質災害，特に地すべり，崩壊，土石流などのマスムーブメント、およびそれに関連する山体重力変形などの自然現象を対象とし，それらのメカニズムや発生の場，地質的時間軸における意義の解明，さらに災害軽減への方法論提言に向けて，関連諸分野の英知を糾合して発表・討論する。昨年の九州北部豪雨，今年の大阪府北部地震，西日本豪雨，北海道胆振東部地震についての発表も歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[HDS14-07] 豪雨による表層崩壊および土石流の予測と動的ハザードマッピング

*松四 雄騎[1] (1.京都大学防災研究所 地盤災害研究部門 山地災害環境分野)

14:00 ~ 14:30

[HDS14-08] 土壌雨量指数と土砂災害警戒判定メッシュ情報

★招待講演

*岡田 憲治[1] (1.気象庁)

14:30 ~ 15:00

[HDS14-09] 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策の方向性

★招待講演

*國友 優[1,2,3,4]、瀧口 茂隆[1,2,3,4]、赤澤 史顕[1,2,3,4]、今井 一之[1,2,3,4] (1.国土交通省、2.水管理・国土保全局、3.砂防部、4.砂防計画課)

15:00 ~ 15:15

Discussion

豪雨による表層崩壊および土石流の予測と動的ハザードマッピング
Prediction of shallow landslides and debris flow by rainstorm: dynamic hazard mapping toward disaster mitigation

*松四 雄騎[1]
*Yuki Matsushi[1]

1. 京都大学防災研究所 地盤災害研究部門 山地災害環境分野
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

This study demonstrates a strategy for predicting location, timing, and magnitude of rainfall-induced shallow landslides and areas affected by subsequent debris flows. Spatial distribution of soil layers was modeled for evaluating thickness of sliding material on hillslopes, which provides a basis for predicting source area and volume of shallow landslides and simulating subsurface hydrological processes. Soil accumulation in hollows was calculated on a geographic information system using a 1 m-meshed digital terrain model with soil production by bedrock weathering and transport by soil creep. The output was validated by a ground-based survey in the actual terrain in a selected watershed. The shear strength of the bulk soil was evaluated by direct shear tests using undisturbed specimens, and quantification of soil reinforcement by tree roots through an in-situ survey at soil pits. Hydrological monitoring was carried out at representative hillslopes for modeling fluctuation in subsurface pore-water pressure by rainwater infiltration. By coupling all of those data and modeling, we analyzed the hillslope instability, and then compared the output with a landslide inventory map to confirm the accuracy and precision of the prediction. Time-series change in areas of debris flow runout was estimated based on assumed equivalent coefficient of friction as a function of hillslope wetness in the watershed. Such dynamic mapping of geohazard fills a demand in disaster mitigation in local communities for increasing events of heavy rainfall.

キーワード：土層厚、樹木根系、間隙水圧、斜面安定、等価摩擦係数
Keywords: Soil thickness, Tree roots, Pore-water pressure, Slope stability, Equivalent coefficient of friction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土壌雨量指数と土砂災害警戒判定メッシュ情報
Land slide warning judgment mesh information of the Meteorological Agency using the Soil Water Index

*岡田 憲治[1]
*KENJI OKADA[1]

1. 気象庁
1. Japan Meteorological Agency

雨による土砂災害発生危険度をリアルタイムで示す土壌雨量指数と、それを使って気象庁のHPで公開している土砂災害警戒判定メッシュ情報を紹介する。
最近20年間の土砂災害による死者の大部分は土壌雨量指数値が直近10年間の最大値を更新した状態で発生していた。

キーワード：土砂災害、土壌雨量指数、土砂災害警戒判定メッシュ情報
Keywords: land slide, Soil Water Index, Land slide warning judgment mesh information

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

実効性のある避難を確保するための土砂災害対策の方向性
A future direction of remedial measures for sediment disaster reduction from the viewpoint of enhancing a workable early warning system

*國友 優[1,2,3,4]、瀧口 茂隆[1,2,3,4]、赤澤 史顕[1,2,3,4]、今井 一之[1,2,3,4]
*Masaru Kunitomo[1,2,3,4], Shigetaka Takiguchi[1,2,3,4], Fumiaki Akazawa[1,2,3,4], Kazuyuki Imai[1,2,3,4]

1. 国土交通省、2. 水管理・国土保全局、3. 砂防部、4. 砂防計画課
1. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2. Water and Disaster Management Bureau, 3. Sediment and Erosion Control Department, 4. Sediment and Erosion Control Planning Division

2018年7月豪雨では、西日本を中心に2,500件を超える土砂災害発生件数を記録した。これは日本全国での1年間の平均土砂災害発生件数の約2.3倍にあたる。またこの土砂災害による死者数は119名に上り平成最大となった。今回の土砂災害では、避難勧告等が概ねなされていたにも関わらず多数犠牲者が発生した。

このため、国土交通省では今回の土砂災害における被害実態やこれまでの取組みを検証するとともに今後の対策を検討するため「実効性のある避難を確保するための土砂災害対策検討委員会」を設置した。

委員会による検討の結果、住民が災害リスクを十分理解していないことにより避難行動をとっていないことが被害を大きくした可能性があること、一方土石流が発生して人家等の財産が被災したにもかかわらず避難により死傷者が出なかった地区では、災害時に高齢者を支援する担当者を事前に決めておく取組み行っていたことなど、土砂災害警戒情報、土砂災害警戒区域、避難行動等に関する検証結果を整理し、実効性のある避難を確保するため、以下の通り取り組むべき事項をとりまとめた。

①地区防災計画に基づく警戒避難体制の構築

②土砂災害警戒情報の精度向上等

③土砂災害警戒区域等の認知度の向上等

④市町村の防災力向上のための支援体制の構築

⑤地区防災計画と連携した砂防施設の整備

⑥インフラ・ライフライン保全等の強化、土砂・洪水氾濫対策、気候変動への対応等

キーワード：土砂災害、警戒避難
Keywords: Sediment Disasters, Early Warning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)

変動帯では地震や火山活動による地質災害が頻発している。本セッションでは，湿潤変動帯における地質災害，特に地すべり，崩壊，土石流などのマスムーブメント、およびそれに関連する山体重力変形などの自然現象を対象とし，それらのメカニズムや発生の場，地質的時間軸における意義の解明，さらに災害軽減への方法論提言に向けて，関連諸分野の英知を糾合して発表・討論する。昨年の九州北部豪雨，今年の大阪府北部地震，西日本豪雨，北海道胆振東部地震についての発表も歓迎する。

[HDS14-P01] 紀伊山地における^{14}C年代測定による深層崩壊発生頻度の推定

★招待講演

*田中 健貴[1]、小竹 利明[1]、菅原 寛明[1]、木下 篤彦[1]、小川内 良人[2]、藤原 美波[2] (1.国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、2.国土防災技術株式会社)

[HDS14-P02] 阿蘇カルデラ北西部，後期更新世の蛇の尾火山における層序と約4000年前の斜面崩壊

*平田 康人[1]、上田 圭一[1]、宮脇 理一郎[2]、家村 克敏[2]、横山 俊高[2]、宮脇 明子[2] (1.一般財団法人電力中央研究所、2.阪神コンサルタンツ)

[HDS14-P03] 決定木による2017年九州北部豪雨災害時の崩壊発生要因の解析

*大丸 裕武[1]、村上 亘[1]、鶴崎 幸[2] (1.国立研究開発法人森林総合研究所、2.福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター)

[HDS14-P04] 平成30年7月豪雨による愛媛県宇和島市周辺の岩盤崩壊の地質学的特徴

*山崎 新太郎[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P05] 平成30年7月豪雨時に発生した真備町の堤防破堤メカニズムについて

*王 功輝[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P06] ネパールSun Kosi川支川流域におけるSAR干渉画像による地すべり性地表変動の検出

*大竹 俊兵[1]、佐藤 浩[1] (1.日本大学文理学部)

[HDS14-P07] 2018年インドネシア　スラウェシ島の地震によって発生した大規模流動化現象

*小俣 雅志[1]、足立 敏之[2]、山越 隆雄[3]、松井 健一[4]、岩松 敏男[1]、高岸 且[1]、本島 千帆[1]、奥泉 優[1]、和田 湖人[1] (1.株式会社パスコ、2.自民党参議院議員、3.砂防・地すべりセンター、4.足立敏之事務所)

[HDS14-P08] **干渉SAR解析によって捉えられた2018年北海道胆振東部地震に伴う札幌市内の被害状況と地形の関係性**

*横田 彰宏[1]、西村 智博[2]、重野 聖之[1]、本田 謙一[2]、向山 栄[2] (1.明治コンサルタント株式会社、2.国際航業株式会社)

[HDS14-P09] 衛星干渉SAR解析に基づく2018年の北海道胆振東部地震災害による地表変動と建物被害分布，および多時期のLiDAR DEMデータ解析による地表変位の抽出

*本田 謙一[1]、浅田 典親[1]、虫明 成生[1]、西村 智博[1]、向山 栄[1] (1.国際航業株式会社)

[HDS14-P10] Geological features of landslides of pyroclastic fall deposits induced by the 2018 Eastern Iburi Earthquake and other previous earthquakes

*千木良 雅弘[1]、田近 淳[3]、石丸 聡[2]、鈴木 毅彦[4] (1.京都大学防災研究所、2.北海道総合研究所　地質研究所、3.株式会社　ドーコン、4.首都大学東京)

[HDS14-P11] **地震観測に基づく奈良県十津川村山地の地震動特性ー地震による崩壊の基礎研究ー**

*飯田 智之[1]、山田 隆二[1]、先名 重樹[1]、徳井 秀光[2]、小野寺 哲也[2]、川邊 洋 (1.防災科学技術研究所、2.テクニカルリンク株式会社)

[HDS14-P12] 2011年台風12号により発生した崩壊における地形的特徴と地すべり発達過程に関する検討

*菊地 輝行[1]、秦野 輝儀[2]、西山 哲[3] (1.株式会社開発設計コンサルタント、2.電源開発株式会社、3.岡山大学大学院)

[HDS14-P13] 大規模崩壊の予兆である「斜面の膨らみ」の形成機構

*吉村 辰朗[1] (1.第一復建株式会社)

[HDS14-P14] 関東山地三峰地域における線状凹地を埋積する堆積物

*益子 将和[1]、千木良 雅弘[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

紀伊山地における^{14}C年代測定による深層崩壊発生頻度の推定
The estimation of frequency for deep-seated landslide with carbon dating in Kii mountain area

*田中 健貴[1]、小竹 利明[1]、菅原 寛明[1]、木下 篤彦[1]、小川内 良人[2]、藤原 美波[2]
*Yasutaka Tanaka[1], Toshiaki Kotake[1], Hiroaki Sugawara[1], Atsuhiko Kinoshita[1], Yoshito Ogawauchi[2], Minami Fujiwara[2]

1. 国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、2. 国土防災技術株式会社
1. Sediment Disaster Prevention Technology Center, Kinki Regional Developing Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2. Japan Conservation Engineers & CO., LTD.

平成23年台風12号によって紀伊山地では深層崩壊と呼ばれる大規模な斜面崩壊が発生した。紀伊山地においては明治22年にも一般に十津川水害と呼ばれる災害が発生しており、当時の災害報告から大規模な斜面崩壊が発生していたことが分かる。以上のことから、紀伊山地では土砂災害対策として深層崩壊への対策が必要である。深層崩壊への対策を考える上では、候補地の優先順位や施設規模を検討するために対象地域における深層崩壊発生頻度が重要な指標である。

これまで深層崩壊の発生頻度は火山灰の堆積を利用した方法などが提案されてきている。しかし、紀伊山地では火山灰の分布が乏しく、深層崩壊発生頻度の推定に活用できない。近年、木片や炭化物などを試料とした炭素年代測定法を活用した土砂災害の発生年代推定事例が報告されている。そこで本研究では、木片や炭化物などを用いた炭素年代測定法を用いた深層崩壊発生頻度推定方法に基づき、紀伊山地における深層崩壊発生頻度を調査したので報告する。

試料採取方法については、下記のようなフローを構築した。

1　航空レーザー測量データを基にした崩壊堆積物の抽出

2　現地における予備調査

3　現地における詳細調査および試料採取

4　試料分析

1では航空レーザー測量データから作成された地形図を基に崩壊堆積物を抽出した。崩壊堆積物の抽出は、河道沿いを中心に行い、河道閉塞跡地と考えられる箇所を抽出した。2ではアクセス方法や概略的に試料となりうる炭化物の存在を確認した。3では2の結果を基に試料採取を行った。ここでは、今回作成した土壌も含めて採取できるサンプラーを活用した。さらに4として実際に試料分析を行い、年代測定結果を整理した。

調査の結果、調査実施箇所11箇所で28試料採取することが出来た。特に崩壊堆積物の上部や下部、あるいは水中堆積物では良好な試料を採取することが出来た。また試料分析の結果、紀伊山地においては、深層崩壊の発生頻度は概ね150～200年程度の間隔であることが分かった。提案したフローおよびサンプラーを活用することで試料採取が効率的に行える可能性が示された。また分析結果から、紀伊山地では概ね150～200年間隔で規模の大きな崩壊が発生していることが示されたが、これは過去の災害報告とも整合的である。ただし、測定された年代には誤差が含まれるため、精度よく年代を推定するためには今後さらなる検討が必要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：深層崩壊、炭素年代測定、紀伊山地
Keywords: deep-seated landslide, carbon dating, Kii mountain area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇カルデラ北西部，後期更新世の蛇の尾火山における層序と約4000年前の斜面崩壊

Tephra stratigraphy and a slope failure of about 4,000 years ago on the slope of the Late Pleistocene Janoo Volcano in the northwestern of Aso Caldera

*平田 康人[1]、上田 圭一[1]、宮脇 理一郎[2]、家村 克敏[2]、横山 俊高[2]、宮脇 明子[2]
*Yasuto Hirata[1], Keiichi Ueta[1], Riichiro Miyawaki[2], Katsutoshi Iemura[2], Toshitaka Yokoyama[2], Akiko Miyawaki[2]

1. 一般財団法人電力中央研究所、2. 阪神コンサルタンツ
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. Hanshin Consultants

活断層の評価を高精度化するためには，テクトニックな断層だけではなく，ノンテクトニックな断層群の実態解明が重要である．2016年熊本地震においては，阿蘇カルデラ西部に布田川・日奈久断層帯沿った地表地震断層の北東端が出現するとともに，数多くの斜面崩壊や大規模な地表変状が発生した．われわれは，地表地震断層北東端の延長部にあたる蛇の尾火山の南側斜面において，トレンチ調査およびボーリング調査，ならびに採取試料の全岩化学組成分析および放射性炭素年代分析を実施して，当該地域の蛇の尾火砕丘形成以後の火山層序を明らかにし，約4000年前の斜面崩壊に伴う変形構造を見出した．

鍵層の暦年較正した噴出年代は，蛇の尾スコリア (15500年以前)，ACP1軽石 (約4000年前)，杵島岳溶岩・スコリア (約3700年前)，往生岳スコリア (3500±100年前)，そして米塚溶岩 (3000±100年前) である．

8 m以深の細粒火山灰層と蛇の尾スコリア表層部は黄色に風化しており，斜面と平行な走向の正断層センスの小断層を伴っていた．それらの層を覆う火山灰土層は，高さ約1 mの塊状に分離して，地層の上下が逆転した状態で覆瓦状に配列していた．さらに，この再堆積層は厚さ2 mの流動した火山灰土層に覆われていた．上記すべてのテフラはACP1軽石層に整合的に覆われていた．これらの一連の堆積構造は，ACP1の噴出直前に，それまでに堆積した降下火山灰が次々と崩壊して，崩壊の発生場が火砕丘斜面を遡上したことを示唆している．また，すべり面の構成物や崩壊深度が2016年熊本地震によるものと類似することから，この斜面崩壊は地震動に誘発されたと考えられる．

キーワード：阿蘇カルデラ、噴火活動、地すべり、ノンテクトニクス断層、トレンチ調査
Keywords: Aso Caldera, eruptive history, landslide, non-tectonic faulting, trench survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

決定木による2017年九州北部豪雨災害時の崩壊発生要因の解析
Analysis of causal factors of landslides during 2017 northern Kyusyu torrential rainfall disaster by using decision tree

*大丸 裕武[1]、村上 亘[1]、鶴崎 幸[2]
*Hiromu Daimaru[1], Wataru Murakami[1], Yuki Tsurusaki[2]

1. 国立研究開発法人森林総合研究所、2. 福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center

2017年7月の九州北部豪雨時の崩壊発生の要因について、決定木による解析を行った。国土地理院のオルソ写真から崩壊地を判読し、気象庁のレーダーアメダス解析雨量、10mDEMによる傾斜、地質（産業技術研究所のシームレス地質図）、福岡県の植生データと樹齢データとオーバーレイ解析を行い、Pythonの Scikit-learnモジュールを用いて崩壊発生に対する影響度を評価した。崩壊発生の分布を主に規定しているのは降雨量の分布であった。第2の要因は傾斜で、崩壊発生の閾値は降雨量とともに低下する傾向が見られた。第3の要因は地質で、花崗岩（花崗閃緑岩を含む）のエリアでは変成岩や第三紀の火山岩地域に比べて崩壊が発生しやすい傾向が見られた。樹齢は第4の要因であったが、降雨量が500mm以下のエリアにおいて顕著な影響が認められた。一方、樹種の影響は他の要因と比べて極めて小さいことが推定された。

キーワード：2017年九州北部豪雨、崩壊、決定木
Keywords: 2017 northern Kyusyu torrential rainfall disaster, landslide, decision tree

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨による愛媛県宇和島市周辺の岩盤崩壊の地質学的特徴
Geologic characteristics of rock mass failures caused by the heavy rain event of July 2018 in Uwajima, Ehime

*山崎 新太郎[1]
*Shintaro Yamasaki[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

西日本全域に被害をもたらした「平成30年7月豪雨」は宇和島市および西予市の法華津湾周辺において岩盤崩壊を多発させた．本報告では岩盤崩壊の特徴を報告する．岩盤崩壊は低起伏の地形上で発生し比較的小規模であった．滑落崖はいずれも風化が認められ，斜面を切断する分離面と高密度の亀裂があった．さらに脆弱な鉱物脈と断層による破砕も認められた．これらの特徴のために岩盤崩壊が発生した斜面では微視的にも巨視的にも強度が低下していた．さらに，低強度の岩盤では重力変形が進行し，大量の降水の流入経路が崩壊前に斜面に形成されていたと考えられる．崩壊が多発した宇和島市法華津湾周辺は四国の四万十帯内では特徴的に低起伏な地域である．このような低起伏地域は四国を東西に横断する仏像構造線に沿って帯状に分布する．

キーワード：豪雨、地すべり、深層崩壊、地質規制、四万十帯
Keywords: heavy rain event, landslide, deep-seated landslide, rock control, Shimanto belt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨時に発生した真備町の堤防破堤メカニズムについて
On the failure mechanism of embankments in Mabi Town during the Heavy rain of July, 2018, Japan

*王 功輝[1]
*Gonghui Wang[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

平成30年6月28日から7月8日にかけて，西日本を中心に中部地方や北海道など全国的に広い範囲で発生した集中豪雨により，多くの地域で河川の氾濫や浸水害および土砂災害が発生し，死者数が200人を超える甚大な災害となった．その内，岡山県倉敷市真備町で小田川と支流の末政川や高馬川などの堤防が決壊し，広範囲が冠水した．これにより，51名の犠牲と4千棟以上の家屋浸水など甚大な被害が起きた．これらの堤防の決壊機構を解明するために，堤防に対する現地調査や物理探査及び遠心載荷実験を実施した．その結果を報告する．

キーワード：堤防決壊、決壊機構、堤体内部構造、堤体基盤、遠心実験
Keywords: failure of embankment, failure mechanism, Internal structure of embankement, foundation of embankment, Centrifuge test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネパールSun Kosi川支川流域におけるSAR干渉画像による地すべり性地表変動の検出

Interpretation of landslide surface deformation around the branch basins of Sun Kosi river in Nepal using InSAR images

*大竹 俊兵[1]、佐藤 浩[1]
*Otake Shunpei[1], Hiroshi, P. Sato[1]

1. 日本大学文理学部
1. College of Humanities and Sciences, Nihon University

2015年4月25日，ネパールの首都カトマンズ北西約80㎞地点においてMw7.8の地震（ネパール・ゴルカ地震）が発生し，その後の同年5月12日にはカトマンズ東北東約75㎞地点においてMw7.3の最大余震が生じた。これらの地震により，ネパールの山岳地帯では斜面災害が多発し，大きな被害を出した。また，ネパールはインドプレートがユーラシアプレートに衝突・沈み込みのある地域であり，地震が発生しやすいほか，山岳地域が広く分布し，モンスーン期に多量の雨が降るといった斜面災害が発生しやすい条件がそろっており，今回の地震によって滑動した斜面が今後再滑動する可能性がある。そのため、地すべり性地表変動の監視をすることは斜面災害に対する防災に貢献できるという点で重要である。そこで，本研究では地すべりが多発した地域の一つであるMw7.3の最大余震の起こった周辺地域を対象に，地すべり性地表変動の検出を試みた。

地すべり性地表変動を検出する方法として，干渉SARを用いた試みが行われている。そこで，本研究では最大余震の震央を含むSun Kosi川支川流域のSAR干渉画像を2016年9月12日/2017年1月30日と2017年1月30日/2017年9月11日の2時期分作成し，それぞれのSAR干渉画像において地すべり性地表変動の判読を行い，判読された範囲を囲み，その中心に点を与えた。その検出された地点について震央からの距離，標高，斜面の向き，変位量，変位面積，地質，河川流域について調べ，分析した。

判読の結果，2016年9月12日/2017年1月30日で29地点，2017年1月30日/2017年9月11日で25地点の地すべり性地表変動が検出された。解析の結果，標高帯1500－2999mに全体の約7割の地点が属していること，2016年9月12日/2017年1月30日より2017年1月30日/2017年9月11日の方が1地点当たりの平均の変位面積が大きいことがわかった。これは，標高帯1500－2999mにおいて比較的広く分布している地質である低ヒマラヤメタ堆積岩類が多くの検出地点を与えること，2017年1月30日/2017年9月11日では雨季による降水の影響が変動に関与したことで変位面積が増加したことが考えられる。

キーワード：地すべり、SAR、地震、ネパール
Keywords: Landslide, SAR, Earthquake, Nepal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年インドネシア　スラウェシ島の地震によって発生した大規模流動化現象

The large scale landslides triggered by The 2018 Sulawesi Earthquake, Indonesia

*小俣 雅志[1]、足立 敏之[2]、山越 隆雄[3]、松井 健一[4]、岩松 敏男[1]、高岸 且[1]、本島 千帆[1]、奥泉 優[1]、和田 湖人[1]
*Masashi Omata[1], Toshiyuki Adachi[2], Takao Yamakoshi[3], Kenichi Matsui[4], Tosho Iwamatsu[1], Susumu Takagishi[1], Chiho Motojima[1], Yuu Okuizumi[1], Umito Wada[1]

1. 株式会社パスコ、2. 自民党参議院議員、3. 砂防・地すべりセンター、4. 足立敏之事務所
1. PASCO CORPORATION, 2. LDP Upper House member, 3. SABO & LANDSLIDE TECNICAL CENTER, 4. Nobuyuki Adzchi Office

2018年9月28日にインドネシアのSulawesi島で発生した地震は、地震の規模がMw7.5、震源の深さは20km（USGS,2018）であった。Sulawesi島にあるPalu市街地の西側、山地と平野の境界にはPalu-Koro断層という活断層が分布している。干渉SAR解析結果によれば、このPalu-Koro断層に沿って南北の走向を持つ、地震はこの活断層が活動したものであると考えられる。筆者らは、地震後に撮影された光学衛星画像を入手して観察を行った。光学衛星画像から読み取れる現象について検討した結果を報告する。　光学衛星画像は地震直後の9月30日に撮影されたPleiadesによる50cm解像度の画像、および10月17日に撮影されたSPOT-7による1.5m解像度の画像を用いた。この衛星画像にJAXA（2018）から無償公開されているALOS World 3D - 30m（AW3D30）をもとに生成した5m等高線を重畳して検討を行った。Palu市街地はPalu川の河口部付近の平野に位置する。平野の西側にはおおよそ南北走向でPalu-Koro断層が分布するために比較的直線状の山地・平野境界として見えるが、山地から平野に注ぐ河川沿いには扇状地が発達している。平野東側の山地と平野の境界は入り組んでおり、山地からの流れ出る河川には比較的大きな扇状地が連続して発達し、緩やかな傾斜を持って平野と接する。平野部もPalu川に向かってごく緩やかに傾斜していることが等高線から確認できる。

地震後に報道されたところによれば、この地震によって、Palu周辺の複数の地点で、ほぼ平坦な地面が側方に大きく流動化する現象が発生し、大きな被害をもたらしたとのことである。衛星画像からも、これらの現象が発生している状況が、少なくともPalu市街地の東側に２箇所、西側に１箇所確認できる。市街地の東側で空港の南側に位置するPetobo地区では幅約1km長さ約2.5kmの範囲で流動化現象が発生し、流動化現象が発生した範囲の上部側では褐色の土砂がむき出しになり、下部側には土砂が押し寄せて形成した縄状構造が確認できる。Petobo地区の約5km南側、Jono Oge地区においても大規模な流動化現象が確認できる。上端の幅は約1kmで下側に行くほど幅が狭くなる。流動化した地面はかなり緩い状態で移動したようで、下端部付近では土石流が流下したように耕作地の上に薄く褐色土砂を載せているように見える。これらPetobo地区とJono Oge地区の流動化現象の上端は、扇状地末端の傾斜変換線付近で発生し、ほぼ同じ標高である。扇状地で伏流していた地下水が豊富に地表付近に分布している地点であると推定される。Palu市街地の西側Balaroa地区で発生した流動化現象は規模がやや小さく、幅が約0.4km程度であるが、住宅が比較的密集している市街地で発生しているため、人的被害は大きいと推定された。流動化現象の末端部はPetobo地区と同様に縄状の構造が確認できる。

現地のカイリ族には「Nalodo」という「泥に吸い込まれる」という意味の液状化を示す言葉があるとのことである。このような液状化現象が過去にも繰り返し起きていたことが推定できる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

【参考文献】

JAXA（2018） ALOS全球数値地表モデル (DSM) "ALOS World 3D - 30m (AW3D30)" （第2.1版）．https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d30/index_j.htm
USGS（2018）M 7.5 - 70km N of Palu, Indonesia, Earth quake Hazards Program．https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us1000h3p4/executive

キーワード：大規模流動化現象、衛星画像、地震、SPOT-7、Pleiades、インドネシア
Keywords: lateral spread, satellite imagery, earthquake, SPOT-7, Pleiades, Indonesia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR解析によって捉えられた2018年北海道胆振東部地震に伴う札幌市内の被害状況と地形の関係性

Relationship of the grand deformation and topography in Sapporo City at the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake confirmed by InSAR analysis

*横田 彰宏[1]、西村 智博[2]、重野 聖之[1]、本田 謙一[2]、向山 栄[2]
*Akihiro Yokota[1], Tomohiro Nishimura[2], Kiyoyuki Shigeno[1], Kenichi Honda[2], Sakae Mukoyama[2]

1. 明治コンサルタント株式会社、2. 国際航業株式会社
1. Meiji Consultant Co., Ltd, 2. Kokusai Kogyo Co., Ltd

平成30 年（2018 年）北海道胆振東部地震では，札幌市清田区をはじめ広範囲で地盤変位による道路や建物被害が発生した．これら自然災害で生じた被害を迅速に把握することは，支援および救急活動を円滑にし，減災を進める上で重要であると考えられる．

合成開口レーダ（SAR）を用いた干渉SAR解析は，天候に左右されることなく，広範囲で地表形状の微小な変位を抽出できるので，今回の地震調査にも適用した結果，表層地盤や建物に被害が発生した可能性がある場所を迅速に検出できたことが報告されている（向山ほか，2019など）．

筆者らは，Sentinel-1衛星により取得された地震前後のSARデータを解析して推定された変位について，空中写真判読および現地踏査から，被害状況や旧地形について調査を行い，干渉SAR結果の妥当性と変位の原因について検討を行った．

SAR解析の結果，札幌市清田区清田・里塚・美しが丘のほか，豊平区平岸，東区伏古-苗穂などでも顕著な変位が観測され，大きな地震被害が推定された．これらの地区を対象に，現地踏査による変位状況と，米軍写真等を用いた地形判読や土地利用変遷について調査を行った．

調査の結果，東区伏古-苗穂地区では,旧豊平川（伏古川）の蛇行した河道地形や氾濫原となる地形が分布し，旧河道の埋め立て部や河道縁辺部に沿って最大5 cm程度の地盤沈下が集中していることが確認された．豊平区平岸では，平岸面にあたる河川段丘と月寒川支流河川の侵食で形成された沖積低地が分布し，沖積低地の一部と，元採石場を埋め立てた箇所で地盤沈下が確認された．

これらの地盤変位が確認される箇所は，SAR解析で大きな変位が推定された箇所にほぼ一致し，地盤沈下の他に建物に亀裂や,躯体が抜け上がるなどの被害が生じていた．また，清田区清田・里塚・美しが丘においても，SAR解析により大きな変位が推定された箇所では，同様に地表部の変位が確認された．

今回確認された地盤変位は，旧河道や旧地形を人工的に埋め立てた改変地に集中しており，旧地形や盛土箇所との相関が高いと考えられる．

2018年北海道胆振東部地震後の地盤変位に伴う被害について,Sentinel-1衛星によるSARデータを利用することにより,短時間に広域の概略被害状況を把握できることが明らかとなった．

参考文献

向山栄・本田謙一・西村智博（2019）衛星SARや航空レーザ計測データを用いた地震時の家屋・地盤被害の把握技術．地盤工学会誌，Vol. 67，No. 3

横田彰宏・重野聖之・西村智博・本田謙一・向山 栄（2019）干渉SARと古地理でみる札幌市の地震被害－2018年北海道胆振東部地震－．日本地理学会発表要旨集．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：干渉SAR、地盤変位、2018年北海道胆振東部地震
Keywords: Interferometric SAR, Ground displacement, 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星干渉SAR解析に基づく2018年の北海道胆振東部地震災害による地表変動と建物被害分布，および多時期のLiDAR DEMデータ解析による地表変位の抽出

Estimation of co-seismic surface displacement and ground deformation associated with the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, based on differential InSAR and differential LiDAR DEM analysis.

*本田 謙一[1]、浅田 典親[1]、虫明 成生[1]、西村 智博[1]、向山 栄[1]
*Kenichi Honda[1], Norichika Asada[1], Naruo Mushiake[1], Tomohiro Nishimura[1], Sakae Mukoyama[1]

1. 国際航業株式会社
1. Kokusai Kogyo Co.,LTD.

地震国である日本にとって，地震が発生した際，迅速に建物の被災状況を把握することは，災害の初動対応において非常に重要である．

衛星リモートセンシングは，広域を計測できることから，災害時の被害把握が期待されている．しかし，衛星の観測頻度や解析処理時間，初期に求められる情報の選定等，実用への課題は多い．

本発表では，衛星リモートセンシングを活用することで提供できる情報の事例として，今年度発生した災害の内，北海道胆振東部地震（9/6）に対するSARと多時期のLiDAR DEMデータ解析による対応について紹介する．

液状化の被害があった札幌市清田区の解析を行った．Sentinel-1による干渉解析の変位は不連続かノイズとなっており，被害地域の変位抽出は困難であったが，干渉性（コヒーレンス）の変化から被害域を抽出できた．対して，ALOS-2では干渉性の低下は小さく，干渉画像の変位が被害域の抽出に適していた．これは観測波長帯域の違いによる感度の違いによるものと考えられる．

比較のため，航空レーザースキャナの災害前後2時期の計測データを用いた，3D-GIVの解析から，水平移動を含む地表変位の解析結果と比較した．災害前の人工改変の影響も含まれるが，災害による谷埋め盛土の沈下や水平移動の領域とSARの結果が一致していることが確認できた．

この地震では地震直後の9月6日5時40分にSentinel-1が観測されたため，地震当日中に解析し，解析結果を現地社員に提供した．地震翌日の9月7日に現地確認を行い，その結果を被災自治体等に提供した．地震当日を除き，天候が悪く航空機が撮影できない状況が数日続いたため，迅速に広域の被災範囲を抽出するという衛星SARの利点が活かせた事例といえる．

本研究では，SARによる建物被害抽出事例を紹介した．

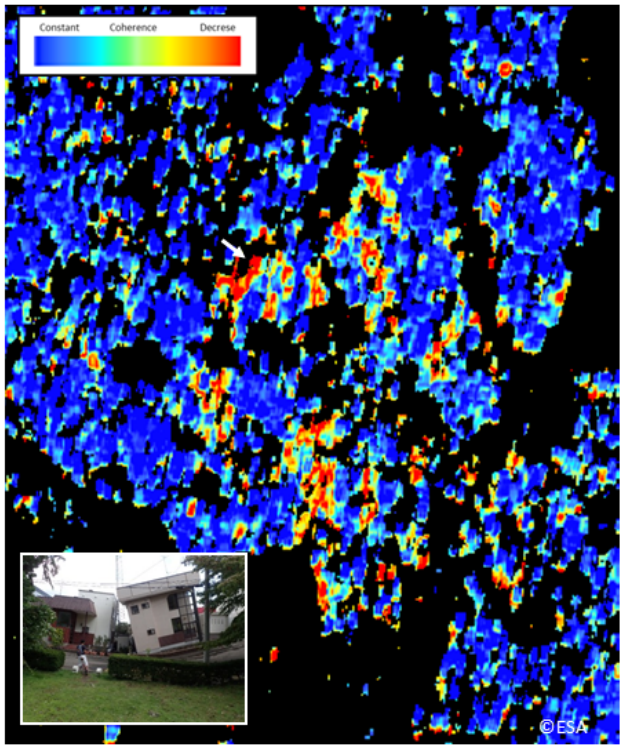
衛星リモートセンシングによる被害把握は有用ではあるが，日本国内では，災害直後から現地への踏査や航空機による状況把握が行われ，衛星リモートセンシングが活用される状況は実態としては少ない．

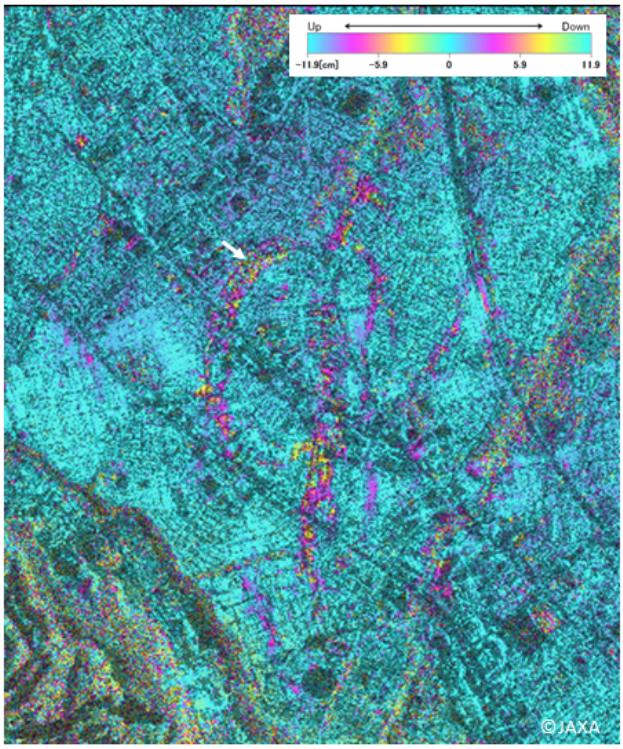
しかし，北海道胆振東部地震で行われたように，衛星データを迅速に撮影し，解析結果を提供することで，初期の災害情報把握の一つの選択肢になり得ることを示した．また，建造物被害域の推定は，光学写真で判読することは難しく，SARの干渉性による推定の意義は大きいと考えられる．

最後に，このたびの災害で被災された方々に謹んでお見舞い申し上げます．

キーワード：地震、合成開口レーダー、航空レーザスキャナ
Keywords: Earthquake, SAR, LiDAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geological features of landslides of pyroclastic fall deposits induced by the 2018 Eastern Iburi Earthquake and other previous earthquakes

*千木良 雅弘[1]、田近 淳[3]、石丸 聡[2]、鈴木 毅彦[4]
*Masahiro Chigira[1], Jun Tajika[3], Satoshi Ishimaru[2], Takehiko Suzuki[4]

1. 京都大学防災研究所、2. 北海道総合研究所　地質研究所、3. 株式会社　ドーコン、4. 首都大学東京
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Hokkaido Geological Survey, Hokkaido Research Organization, 3. Docon Co. Ltd, 4. Tokyo Metropolitan University

2018 Eastern Iburi Earthquake induced numerous numbers of landslides in Atsuma town and its neighborhood with the seismic intensities of 7 and 6+. This was one of the most devastating earthquake-induced landslide hazards in Japan. Geographical Information Authority of Japan published a map showing the distribution of landslides, which counted 8000 in an area of 400 km^2. Most of the landslides were of pyroclastic fall deposits and highly mobile. Those deposits were of Ta-d pumice of 9 ka and En-a pumice of 20 ka, and their sliding surfaces were made within specific beds, which were the bottom of Ta-d, reworked Ta-d in its base or reworked En-a beneath Ta-d, or volcanic soil with pumice grains beneath the Ta-d or volcanic soil beneath En-a. The materials that accommodated the sliding surfaces were heavily weathered to be rich in halloysite, which mineral has been found from the sliding surface materials of previous earthquake-induced landslides of pyroclastic fall deposits and is supposed to be very weak to earthquake shaking. The depths of the landslides varied from 2 to 3 m. Most of the beds that slid were undercut at the lower portion of the slopes, because of man-made cutting or convex slope breaks of which origin is in dispute.

Landslides similar to the landslides stated above have previously occurred in Japan, Indonesia, and El Salvador. They were 1923 Kanto, 1949 Imaichi, 1968 Tokachi-Oki, 1978 Izu-Oshima-Kinkai, 1984 Naganoken-Seibu, and 2011 Tohoku earthquakes in Japan, 2001 El Salvador earthquake, and 2009 Padang earthquake in Indonesia (Chigira and Suzuki 2016). The oldest beds that accommodated a sliding surface and was dated was 330 ka and the youngest was 9 ka of Ta-d. The beds of the sliding surfaces were rich in halloysite and most of the landslides were undercut like those by Eastern Iburi earthquake.

Chigira, M. & Suzuki, T. 2016. Prediction of earthquake-induced landslides of pyroclastic fall deposits. In: Aversa, S., Cascini, L., Picarelli, L. & Scavia, C. (eds.) Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice. Associone Geotecnica Italiana, Rome, 93-100

キーワード：地震、地すべり、降下火砕物
Keywords: Earthquake, Landslide, Pyroclastic fall deposits

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震観測に基づく奈良県十津川村山地の地震動特性－地震による崩壊の基礎研究－

Earthquake ground motion properties of mountainous district in Totsukawa village, Nara pref. based on the seismic observation –A fundamental study of landslides caused by earthquake –

*飯田 智之[1]、山田 隆二[1]、先名 重樹[1]、徳井 秀光[2]、小野寺 哲也[2]、川邊 洋
*Tomoyuki Iida[1], Ryuji Yamada[1], Shigeki Senna[1], Hidemitsu Tokui[2], Tetsuya Onodera[2], Hiroshi Kawabe

1. 防災科学技術研究所、2. テクニカルリンク株式会社
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. Technicallink Kabushiki kaisya

K-NETやKiK-netなどの地震観測ネットワークが全国的に整備されて以来、膨大な量の地震観測情報が蓄積されてきた。しかし、地震計の多くは平地や丘陵地に設置されており、斜面崩壊が発生する可能性のある山地に設置されている地震計は極めて少ない。そのため、斜面崩壊に大きく影響すると考えられる増幅特性など、山地の地震動特性についてはよく分かっていないのが現状である。山地の地震動特性には、AVS30（表層30mの平均S波速度）などの地盤構造とともに、地形や震央との位置関係など他の要因が影響することが予想される。そこで我々は、特に地震動特性に対する地形の影響に着目して、尾根地形での地震観測を継続している。

KiK-net観測地点のひとつであるNARH01は、奈良県十津川村の東西に伸びた尾根上に設置されている。NARH01には、地表とともに約100m深の地中にも地震計が設置されている。地質は四万十層と呼ばれる付加体である。その観測データを補完して、山地斜面の各部における地震動特性を把握するために、NARH01の周囲に加速度計（白山工業JU210）を設置して2017年11月に地震の連続観測を開始した。加速度計の設置箇所は、尾根線上に位置するNARH01観測地の直近点（標高823m）、尾根線の延長上の東部尾根にある東西点（733m）、尾根線に対して垂直な北部斜面にある南北点（670m）、谷部に位置する谷底点（565m）の4カ所である。

１年強の観測期間中に、NARH01でも観測された小規模な４つの地震を（その内のひとつは2018年6月18日の大阪北部地震）観測できたが、フーリエスペクトル分析等の結果、地震動の増幅特性には、地形や地盤構造の他、震央との位置関係などが影響していることが推定された。

キーワード：地震動、崩壊、地震観測、増幅特性、奈良県十津川村
Keywords: earthquake ground motion, landslide, seismic observation, amplification property, Totsukawa-village, Nara pref.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年台風12号により発生した崩壊における地形的特徴と地すべり発達過程に関する検討

Study on topographic features and landslide development process in slope failure by Typhoon Talas

*菊地 輝行[1]、秦野 輝儀[2]、西山 哲[3]
*Teruyuki Kikuchi[1], Teruyoshi Hatano[2], Satoshi Nishiyama[3]

1. 株式会社開発設計コンサルタント、2. 電源開発株式会社、3. 岡山大学大学院
1. JP-Design Co., Ltd., 2. Electric Power Development Co.,Ltd., 3. Okayama University Graduate School of Environmental and Life Science

1.はじめに

豪雨や地震による斜面災害発生後の地形・地質に関する知見は日々蓄積しているが，地すべり・崩壊の予察を確立するには至っていない．この地すべり・崩壊の原因は，素因・誘因が複雑に関係しており，崩壊に至る過程を解明するためには事例の集積・分析と長期の観測・評価が必要となるためである．近年，地すべり・崩壊発生前の地形を正確に把握するには，国や地方自治体による航空レーザ計測データが蓄積されつつあり災害発生前の地形情報は崩壊の発生過程を明らかにすることが可能である[1)など]．そこで， 2011年台風12号による紀伊山地の崩壊発生箇所について微地形判読を行い，崩壊が発生した箇所の地形的特徴と地すべり発達過程に関して検討を試みた．

2.対象箇所

2011年9月2日から5日にかけて西日本を横断した台風12号は，紀伊山地に2000mmに迫る降雨をもたらし，50箇所以上[1)]の深層崩壊を発生させた．本研究の対象とする崩壊箇所は，十津川上流域とした．この流域では，災害前後のレーザ地形図が国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所によって実施されている．特に崩壊が多く発生している地域は，積算雨量が600mmを超える場所であり，それに加えて十津川上流域の四万十帯日高層群美山ユニットの分布域に相当しており，北～北西斜面は流れ盤の斜面となっている．ただし地すべり・崩壊が同一の付加体のユニットで頻発しているわけではなく，複雑な付加体の地質構造に加え，泥岩・砂岩の優勢程度，スラスト断層やテクトニックな断層の分布の影響を受けている．

3.検証方法

検証は，対象とした範囲において，2011年豪雨により崩壊を発生した1,000m^{2}以上の崩壊面積を有する38箇所を特定し[2)]，その崩壊前の航空レーザ地形図の微地形判読を実施した．筆者らは,微地形判読の着目地形として山体の重力変形を示す地形である滑落崖・側方崖・小崖，また紀伊山地での深層崩壊で認められる特徴的な地形として斜面下部の状況を示す末端崩壊及び背後斜面と移動岩体が完全に分離していない変形状態を示す不規則凹凸を対象とした[3)]．また表層水の集中や地下水の影響を示す地形として「ガリー地形」を選択した．これらの微地形は，「無」「有（不明瞭）」「有（明瞭）」の3種類に区分した．次に崩壊地形の発達状態を示す指標として，地すべり地形発達過程と関連付けて考察を行う．崩壊に至る原因は，山体における重力変形の進展が大きな影響を与えていると考えるが，この重力変形が地表面に生じる時期は，地すべり地形発達過程においては大八木[4)]により先滑動期と漸移期としており，この時期に着目して区分を行った．

4.解析結果

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微地形判読の結果，表-1に示すように第一のグループとして地形的特徴の合計が1～3と少ないものが7箇所認められた．これらは，滑落崖・側方崖の明瞭なものは認められず，斜面上部の不規則凹凸が主体である．崩壊範囲を比較すると全体の輪郭は不明瞭である．これは，表-2に示す地すべり地形発達過程において最も初期的な重力変形として区分でき「先滑動期」に極めて近い事例であり漸移期でも前期の段階であると考えることができる．

第二のグループの地形的特徴は，合計数3～7で，滑落崖・側方崖を含むか，明瞭な地形的特徴を含む．不規則凹凸・小崖地形・末端崩壊が顕著であることから，重力変形が明瞭化しつつある段階と考えられる．全体の輪郭は部分的に明瞭なものがある．これらは漸移期ではあるが，滑動期に近いと考えられ，漸移期の後期と区分した．

第三のグループは，地形的特徴の合計数4～12で，滑落崖を含むグループである．これは，滑落崖，側方崖は明瞭．移動体の輪郭は明瞭かつ移動体内のガリー地形の進行が顕著である．末端崩壊やこれに伴う小崖地形も明瞭なことが多い．斜面内に不規則凹凸や小崖が明瞭となっている．これは，重量変形が進行し初生変動としてすべり面が連結し「滑動期」に相当すると考えられる．

5.まとめ

本検討により漸移期前期・後期の地形的特徴は，「滑落崖，ガリー地形，側方崖」の出現は不確実だが，「不規則凹凸，末端崩壊」の出現が高確率であった．また，狭義の地すべり滑動であれば，漸移期の前期から後期へと段階的な発達過程を経るものと考えられるが，2011年豪雨では，前期段階であっても崩壊に至っている．これは，特定の強い誘因で崩壊が発生することを示す．この段階で多く認められる不規則凹凸は，重力性の岩盤クリープに相当し基盤岩の組織が健全であるために地表に出現したと考えられる．このような不規則凹凸に着目し，特徴を理解することで崩壊の予察を行える可能性があると考える．今後の課題は，航空レーザ計測による地形を傾斜量図だけではなく，特性図作成や元データの点群座標をビッグデータとして活用することであり，不規則凹凸に関しては定量的な解析を行い，現地の解釈と物理的な形状の関係を把握することが崩壊に関する予察に有効であると考える．

本研究で使用した航空レーザ測量データは，国土地理院から提供いただきました．貴重なデータを提供いただき心より感謝いたします．

引用文献

1)Chigira, M., Tsou, C.-Y., Matsushi, Y., Hiraishi, N., and Matsuzawa, M.（2013）：Topographic precursors and geological structures of deep-seated catastrophic landslides caused by Typhoon Talas，Geomorphology vol.201, pp.479-493.

2) 奈良県県土マネジメント部砂防・災害対策課：奈良県　紀伊半島大水害　大規模土砂災害アーカイブ,ホームページ(最終検索日:2018/7/13).

3)Chigira, M., Hiraishi, N., Ching-Ying, T., Matsushi, Y. (2015): Catastrophic landslides and their precursory deep-seated gravitational slope deformation induced by the river rejuvenation in the Kii mountains, central Japan,　Engineering Geology for Society and Territory 2, pp.577-581.

4)大八木規夫(2007)：「地すべり地形の判読法-空中写真をどう読み解くか-」,pp.7-20,近未来社.

キーワード：崩壊、地すべりの発達過程、微地形
Keywords: slope failure, development of landslide process, microtopography

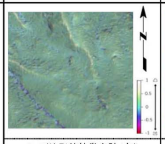
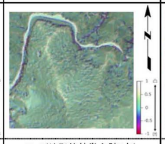
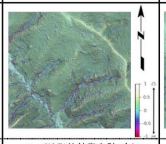
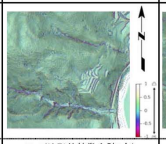
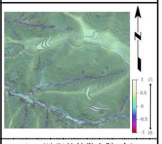
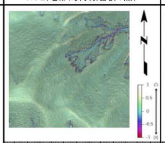
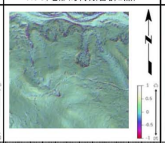
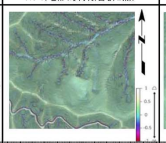
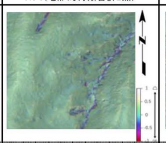
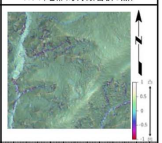
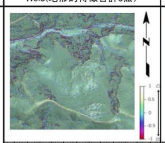
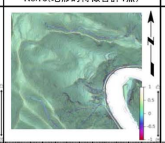
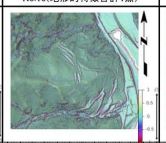
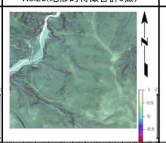
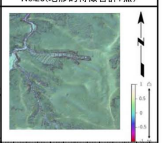
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表-1 崩壊地の解析結果
Table-2 Data used for microtopographic features analysis

No.	面積 (m2)	比高 (m)	最大傾斜方向	崩壊範囲内の平均傾斜 (°)	地形的特徴 [0 無 ,1 有(不明瞭), 2 有(明瞭)] 滑落崖	側方崖	小崖	末端崩壊	ガリー	不規則凹凸	合計	地質 (*1)	地すべり地形発達過程
1	7,500	112	NNE	36.5	0	0	0	0	0	1	1	Ob	漸移期[前期]
2	5,100	96	E	37.7	0	0	0	0	0	1	1	My3	〃
3	48,000	56	N	38.3	0	0	0	1	0	1	2	My2	〃
4	28,700	176	WSW	35.3	0	0	0	1	0	1	2	My3	〃
5	26,400	124	SSE	32.8	0	0	0	1	0	1	2	H4	〃
6	6,600	108	NE	37.3	0	0	0	1	0	1	2	My2	〃
7	35,900	176	SW	31.1	0	0	1	0	1	1	3	Yk2	〃
8	29,900	254	NE	38.4	0	0	0	2	0	1	3	My3	漸移期[後期]
9	9,200	128	E	37.3	0	1	1	0	0	1	3	My1	〃
10	9,400	92	SW	38.8	0	1	0	1	0	1	3	My1	〃
11	14,000	114	NW	34.6	1	0	0	1	0	1	3	My3	〃
12	4,500	94	NNE	33.7	1	0	1	1	0	1	4	My4	〃
13	20,600	154	N	35.3	1	0	0	2	0	1	4	My3	〃
14	8,500	165	NW	39.8	0	1	0	1	1	1	4	Ry	〃
15	42,100	174	N	32.6	0	0	1	1	1	1	4	H4	〃
16	48,100	308	NW	38.5	0	0	0	2	1	1	4	My2	〃
17	5,044	103	W	39.8	0	0	0	1	2	1	4	Yk3	〃
18	14,300	154	NNW	38.2	1	0	1	1	1	1	5	My4	〃
19	34,100	234	NE	38.3	1	1	0	1	1	1	5	Ry	〃
20	13,500	136	ENE	39.6	1	1	1	0	1	1	5	Yk2	〃
21	7,400	64	W	41.8	1	1	0	2	1	1	6	My3	〃
22	14,700	126	NNW	37.8	0	2	1	2	2	0	7	My3	〃
23	42,300	218	WSW	38.8	1	1	1	2	1	1	7	My3	〃
24	5,100	158	NW	40.9	0	1	2	2	1	1	7	My3	〃
25	48,000	226	WSW	30.0	0	1	0	2	2	2	7	My2	〃
26	18,200	134	NNW	38.1	2	1	0	1	0	1	5	gc	滑動期
27	1,400	32	NE	39.9	0	2	0	2	1	0	5	My2	〃
28	51,700	227	NNW	32.2	1	0	1	2	0	2	6	Ry	〃
29	22,500	92	NNW	36.8	0	1	1	2	0	2	6	Ry	〃
30	77,200	124	ESE	29.6	0	0	2	2	1	1	6	H4	〃
31	38,600	120	NNW	35.1	2	0	1	1	1	1	6	H4	〃
32	59,000	254	ENE	37.3	1	1	1	1	1	1	6	My1	〃
33	86,300	396	NNE	42.1	1	1	0	2	2	1	7	My4	〃
34	10,300	144	SW	41.3	0	2	0	2	2	1	7	My2	〃
35	254,900	592	NW	38.3	2	1	1	1	1	2	8	My2	〃
36	19,200	120	NNE	34.2	0	2	0	2	2	2	8	My3	〃
37	182,700	400	NW	39.0	2	1	1	2	1	2	9	My2	〃
38	195,100	446	NNW	36.2	2	1	2	2	2	2	11	My2	〃

*1) 地質
Ry: 竜神層, H1～4: 花園層(ユニット1～4), gc 花園層緑色岩チャート, My1～4: 美山層(ユニット1～4)

表-2 崩壊事例の地すべり地形発達過程における検討結果
Conceptual map of Landslide developing history of slopes at micro-topography interpretation

先行研究		本研究							
大八木[4]		新区分	地形的特徴の傾向	合計点数と箇所数	上段:具体的な事例(それぞれ5箇所) ／下段:通しNo.と地形的特徴合計点 [先滑動期と後滑動期には崩壊事例がない]				
先滑動期	対象斜面に地すべりによる変形や運動が全体のみならず部分にも発生していない期間。地質時代に形成された地質構造が地表環境下の諸営力によって変化する。特定の構造や地層が地すべり構造の基本的な要素に移化する。	先滑動期	本研究では事例はないが、重力変形が生じる前段階の組織地形から生じる小崖地形が断続的に分布する これ以外の地形変状は認められない.	地形的特徴は認められない	–	–	–	–	–
漸移期	対象斜面の一部に小さい変形が生じているが、変動部分全体がまだ基岩から分離していない。全体の輪郭となる構造がまだ形成されていない	漸移期[前期]	初期的な重力変形によって生じる不規則凹凸、末端崩壊が主体. 滑落崖・側方崖が認められない. また明瞭な地形的特徴が認められない 特定の外的要因によって急激に不安定化する全体の輪郭は不明瞭	合計数:1～3 箇所数:7	 No.2(地形的特徴合計1点)	 No.3(地形的特徴合計2点)	 No.4(地形的特徴合計2点)	 No.5(地形的特徴合計2点)	 No.7(地形的特徴合計3点)
		漸移期[後期]	重力変形が明瞭化. 不規則凹凸・小崖地形・末端崩壊が顕著. 滑落崖・側方崖を含むか、明瞭な地形的特徴を含む. 全体の輪郭は部分的に明瞭	合計数:3～7 箇所数:17	 No.8(地形的特徴合計3点)	 No.13(地形的特徴合計4点)	 No.15(地形的特徴合計4点)	 No.20(地形的特徴合計5点)	 No.23(地形的特徴合計7点)
滑動期	対象斜面の変動域構成体とその下位の非変動域構成体とを限る輪郭構造が形成されて変動域構成体は非変動域から独立して運動しているか、運動できる状態になっている。活層、休止、再活動、移行拡大に細分も可能	滑動期	滑落崖、側方崖は明瞭. 移動体の輪郭は明瞭. 移動体内のガリー地形の進行が顕著 末端崩壊やこれに伴う小崖地形も明瞭なことが多い. 斜面内に不規則凹凸や小崖が明瞭となる	合計数:4～12 箇所数:13	 No.26(地形的特徴合計6点)	 No.30(地形的特徴合計6点)	 No.32(地形的特徴合計6点)	 No.35(地形的特徴合計8点)	 No.37(地形的特徴合計9点)
後滑動期	対象斜面における地すべり移動体が運動を完全に停止し、移動体の移動・活動中に形成された構造が運動を停止(休積)下状態において削剥される状態	後滑動期	滑落崖を含むが、一部消失している場合もある. エッジが消失することがある. 移動体の輪郭は明瞭. 移動体内のガリー地形の進行が顕著 移動体内の不規則凹凸やは拡大しないため不明瞭化する. 削剥が進行するため、末端崩壊は明瞭なことがある.	–	–	–	–	–	–

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大規模崩壊の予兆である「斜面の膨らみ」の形成機構
Formation mechanism of bulge of slope that is sign of large-scale collapse

*吉村 辰朗[1]
*tatsurou yoshimura[1]

1. 第一復建株式会社
1. Daiichi Fukken Co., Ltd.

近年の集中豪雨の発生に伴い，大分県では大規模な地すべりが発生している．崩壊した切土のり面周辺においてγ線探査を実施し断裂分布を調べた結果，移動土塊の形成は主断裂・共役断裂による分断が原因であることが判明した．この「断裂の分断による移動土塊形成モデル」を大規模地すべりにおいて検証した場合，主断裂・共役断裂の他に移動土塊中央部に規模が大きい断裂が認められ，崩壊前には「斜面の膨らみ」が認められる．耶馬渓崩壊においては，崩壊中央部の断裂の表層部は凹地形を呈し，古期崖錐が堆積している．その下方の移動土塊は，崩積土中に溶結凝灰岩の大転石を多量に含んでおり，また安山岩（不動層）との境界付近では湧水が見られ埋没谷の存在が示唆される．火砕岩まじりの崩積土で構成される埋没谷に関係する地すべりは，長野県北部のグリーンタフ地域で発生していることが報告されている　.この様な埋没谷の成因としては，断裂による谷の下刻作用が主因と考えられる．崩壊事例では移動土塊中央部に規模が大きい断裂が分布することから，この断裂付近の侵食によって中央部分に深い谷が形成され崩積土や岩屑が堆積する．次に側方崖付近の共役断裂付近の侵食によって「地形の逆転」が生じ，谷底が尾根になる．この場合，移動土塊は旧谷地形に分布した地質体で，接触不整合面がすべり面となる可能性が高い．

断層付近の地震動の振幅特性として，断層と直交する方向に地震動が卓越する可能性が高いと考えられている．また，和賀岳東面において「山体重力変形地形」の一つである小崖地形周辺の基盤岩の変位を調べた八木(1993)では，卓越する節理系に直交方向に前倒していたことから，基盤岩の前倒による小崖地形形成の引金として，斜面に加速度的な振動をもたらす地震動が考えられている．2016年4月に熊本地震が発生し，補強土壁が部分的に崩壊した．補強土壁は連続的な構造物であるが，崩壊箇所と残存箇所が隣り合っており，これに作用した地震動による外力が局所的に大きく異なったものと推察された．補強土壁付近には，主断裂と共役断裂が検出された．断裂で分断された区間と崩壊区間がほぼ一致していることから，この区間のみが地震動によって射出的な崩壊をしたと考えられる．主断裂と共役断裂で分断された区間に地形の逆転によって基盤岩（不動層）と異なる地質体（例えば岩屑）が分布し，地震動によって主断裂に直交する方向に加速的な振動が加わった場合には，「斜面の膨らみ」が生じいびつな凸状斜面が形成されると考えられる．

キーワード：大規模崩壊、斜面の膨らみ、地震動、地形の逆転、γ線探査
Keywords: large-scale collapse, bulge of slope, seismic motion, relief inversion, gamma-ray survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

関東山地三峰地域における線状凹地を埋積する堆積物
Sediments accumulated in the linear depressions in the Mitsumine area, Kanto Mountains

*益子 将和[1]、千木良 雅弘[2]
*Masakazu Mashiko[1], Masahiro Chigira[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

山体重力変形の発生・発達メカニズムは未だ不明な点が多い．我々は，四万十付加コンプレックスが分布する関東山地三峰地域において，山体重力変形の発生・発達メカニズムの解明を目的として調査を行っている．ここでは，東流する中津川と荒川との間の山稜頂部に約6kmにわたって断続的に連続する山上凹地が存在し，大規模な重力斜面変形を示唆している．この山上凹地内の2.3km離れた2か所で，パーカッション式簡易ボーリングを用いて凹地の埋積堆積物を採取した．東のボーリングがP1，西がP2である．

P1とP2は，それぞれ6.75mと6.95mで岩盤に到達した．埋積堆積物は，表層からおよそ1.0mの深さまで黒褐色の腐植土および粘土，またそれ以深より基盤岩に至るまでは褐色粘土で構成される．

ボーリングコア中に含まれるテフラを特定することで，線状凹地や，その山腹斜面にみられる山体重力変形の発生年代を推定することができる．深さ20cmごとにボーリングコア中の火山ガラス含有率を測定したところ，P1では2.20m付近に，P2では2.40mおよび6.00m付近にそれぞれ火山ガラス含有率のピークが認められた．三峰地域一帯における堆積物からは，姶良Tnテフラ (AT) (2.6から2.9万年前)，御岳第一テフラ (On-Pm1) (約10万年前)，八ヶ岳川上テフラ (Yt-Kw) (約17万年前) などのテフラが同定されている．このことから，コア中の火山ガラスはこれらのいずれかのテフラが起源であると考えられる．コア中に含まれるテフラを同定するため，現在これらの火山ガラスの屈折率を分析中である．なお，P1の東方2kmの大滝げんきプラザでは当該山上凹地内に厚さ約10mの堆積物が確認され，岩盤から約2m上でYt-Kwが，そしてその上にはOn-Pm1が報告されており (埼玉県地質図編纂委員会，1999)，この部分の山上凹地形成は17万年よりも前にさかのぼると推定される．

調査地域における山体重力変形のメカニズム解明のためには，地域の地形学的・地質学的特徴を明らかにすることが不可欠である．線状凹地の堆積物の調査とともに，地域の地質構造を明らかにするための現地調査を今後も引き続き行う予定である．

キーワード：山体重力変形、線状凹地、堆積物、ボーリングコア、テフラ
Keywords: Deep-seated gravitational slope deformations, Linear depressions, Sediments, Boring core, Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[H-DS14] 湿潤変動帯の地質災害とその前兆

コンビーナ:千木良 雅弘(京都大学防災研究所)、八木 浩司(山形大学地域教育文化学部)、小嶋 智(岐阜大学工学部社会基盤工学科)、内田 太郎(国土技術政策総合研究所)

変動帯では地震や火山活動による地質災害が頻発している。本セッションでは，湿潤変動帯における地質災害，特に地すべり，崩壊，土石流などのマスムーブメント、およびそれに関連する山体重力変形などの自然現象を対象とし，それらのメカニズムや発生の場，地質的時間軸における意義の解明，さらに災害軽減への方法論提言に向けて，関連諸分野の英知を糾合して発表・討論する。昨年の九州北部豪雨，今年の大阪府北部地震，西日本豪雨，北海道胆振東部地震についての発表も歓迎する。

[HDS14-P01] 紀伊山地における^{14}C年代測定による深層崩壊発生頻度の推定

★招待講演

*田中 健貴[1]、小竹 利明[1]、菅原 寛明[1]、木下 篤彦[1]、小川内 良人[2]、藤原 美波[2] (1.国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、2.国土防災技術株式会社)

[HDS14-P02] 阿蘇カルデラ北西部，後期更新世の蛇の尾火山における層序と約4000年前の斜面崩壊

*平田 康人[1]、上田 圭一[1]、宮脇 理一郎[2]、家村 克敏[2]、横山 俊高[2]、宮脇 明子[2] (1.一般財団法人電力中央研究所、2.阪神コンサルタンツ)

[HDS14-P03] 決定木による2017年九州北部豪雨災害時の崩壊発生要因の解析

*大丸 裕武[1]、村上 亘[1]、鶴崎 幸[2] (1.国立研究開発法人森林総合研究所、2.福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター)

[HDS14-P04] 平成30年7月豪雨による愛媛県宇和島市周辺の岩盤崩壊の地質学的特徴

*山崎 新太郎[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P05] 平成30年7月豪雨時に発生した真備町の堤防破堤メカニズムについて

*王 功輝[1] (1.京都大学防災研究所)

[HDS14-P06] ネパールSun Kosi川支川流域におけるSAR干渉画像による地すべり性地表変動の検出

*大竹 俊兵[1]、佐藤 浩[1] (1.日本大学文理学部)

[HDS14-P07] 2018年インドネシア　スラウェシ島の地震によって発生した大規模流動化現象

*小俣 雅志[1]、足立 敏之[2]、山越 隆雄[3]、松井 健一[4]、岩松 敏男[1]、高岸 且[1]、本島 千帆[1]、奥泉 優[1]、和田 湖人[1] (1.株式会社パスコ、2.自民党参議院議員、3.砂防・地すべりセンター、4.足立敏之事務所)

[HDS14-P08] **干渉SAR解析によって捉えられた2018年北海道胆振東部地震に伴う札幌市内の被害状況と地形の関係性**

*横田 彰宏[1]、西村 智博[2]、重野 聖之[1]、本田 謙一[2]、向山 栄[2] (1.明治コンサルタント株式会社、2.国際航業株式会社)

[HDS14-P09] 衛星干渉SAR解析に基づく2018年の北海道胆振東部地震災害による地表変動と建物被害分布，および多時期のLiDAR DEMデータ解析による地表変位の抽出

*本田 謙一[1]、浅田 典親[1]、虫明 成生[1]、西村 智博[1]、向山 栄[1] (1.国際航業株式会社)

[HDS14-P10] Geological features of landslides of pyroclastic fall deposits induced by the 2018 Eastern Iburi Earthquake and other previous earthquakes

*千木良 雅弘[1]、田近 淳[3]、石丸 聡[2]、鈴木 毅彦[4] (1.京都大学防災研究所、2.北海道総合研究所　地質研究所、3.株式会社　ドーコン、4.首都大学東京)

[HDS14-P11] **地震観測に基づく奈良県十津川村山地の地震動特性ー地震による崩壊の基礎研究ー**

*飯田 智之[1]、山田 隆二[1]、先名 重樹[1]、徳井 秀光[2]、小野寺 哲也[2]、川邊 洋 (1.防災科学技術研究所、2.テクニカルリンク株式会社)

[HDS14-P12] 2011年台風12号により発生した崩壊における地形的特徴と地すべり発達過程に関する検討

*菊地 輝行[1]、秦野 輝儀[2]、西山 哲[3] (1.株式会社開発設計コンサルタント、2.電源開発株式会社、3.岡山大学大学院)

[HDS14-P13] 大規模崩壊の予兆である「斜面の膨らみ」の形成機構

*吉村 辰朗[1] (1.第一復建株式会社)

[HDS14-P14] 関東山地三峰地域における線状凹地を埋積する堆積物

*益子 将和[1]、千木良 雅弘[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

紀伊山地における^{14}C年代測定による深層崩壊発生頻度の推定
The estimation of frequency for deep-seated landslide with carbon dating in Kii mountain area

*田中 健貴[1]、小竹 利明[1]、菅原 寛明[1]、木下 篤彦[1]、小川内 良人[2]、藤原 美波[2]
*Yasutaka Tanaka[1], Toshiaki Kotake[1], Hiroaki Sugawara[1], Atsuhiko Kinoshita[1], Yoshito Ogawauchi[2], Minami Fujiwara[2]

1. 国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター、2. 国土防災技術株式会社
1. Sediment Disaster Prevention Technology Center, Kinki Regional Developing Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2. Japan Conservation Engineers & CO., LTD.

平成23年台風12号によって紀伊山地では深層崩壊と呼ばれる大規模な斜面崩壊が発生した。紀伊山地においては明治22年にも一般に十津川水害と呼ばれる災害が発生しており、当時の災害報告から大規模な斜面崩壊が発生していたことが分かる。以上のことから、紀伊山地では土砂災害対策として深層崩壊への対策が必要である。深層崩壊への対策を考える上では、候補地の優先順位や施設規模を検討するために対象地域における深層崩壊発生頻度が重要な指標である。

これまで深層崩壊の発生頻度は火山灰の堆積を利用した方法などが提案されてきている。しかし、紀伊山地では火山灰の分布が乏しく、深層崩壊発生頻度の推定に活用できない。近年、木片や炭化物などを試料とした炭素年代測定法を活用した土砂災害の発生年代推定事例が報告されている。そこで本研究では、木片や炭化物などを用いた炭素年代測定法を用いた深層崩壊発生頻度推定方法に基づき、紀伊山地における深層崩壊発生頻度を調査したので報告する。

試料採取方法については、下記のようなフローを構築した。

1　航空レーザー測量データを基にした崩壊堆積物の抽出

2　現地における予備調査

3　現地における詳細調査および試料採取

4　試料分析

1では航空レーザー測量データから作成された地形図を基に崩壊堆積物を抽出した。崩壊堆積物の抽出は、河道沿いを中心に行い、河道閉塞跡地と考えられる箇所を抽出した。2ではアクセス方法や概略的に試料となりうる炭化物の存在を確認した。3では2の結果を基に試料採取を行った。ここでは、今回作成した土壌も含めて採取できるサンプラーを活用した。さらに4として実際に試料分析を行い、年代測定結果を整理した。

調査の結果、調査実施箇所11箇所で28試料採取することが出来た。特に崩壊堆積物の上部や下部、あるいは水中堆積物では良好な試料を採取することが出来た。また試料分析の結果、紀伊山地においては、深層崩壊の発生頻度は概ね150～200年程度の間隔であることが分かった。提案したフローおよびサンプラーを活用することで試料採取が効率的に行える可能性が示された。また分析結果から、紀伊山地では概ね150～200年間隔で規模の大きな崩壊が発生していることが示されたが、これは過去の災害報告とも整合的である。ただし、測定された年代には誤差が含まれるため、精度よく年代を推定するためには今後さらなる検討が必要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：深層崩壊、炭素年代測定、紀伊山地
Keywords: deep-seated landslide, carbon dating, Kii mountain area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇カルデラ北西部，後期更新世の蛇の尾火山における層序と約4000年前の斜面崩壊

Tephra stratigraphy and a slope failure of about 4,000 years ago on the slope of the Late Pleistocene Janoo Volcano in the northwestern of Aso Caldera

*平田 康人[1]、上田 圭一[1]、宮脇 理一郎[2]、家村 克敏[2]、横山 俊高[2]、宮脇 明子[2]
*Yasuto Hirata[1], Keiichi Ueta[1], Riichiro Miyawaki[2], Katsutoshi Iemura[2], Toshitaka Yokoyama[2], Akiko Miyawaki[2]

1. 一般財団法人電力中央研究所、2. 阪神コンサルタンツ
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. Hanshin Consultants

活断層の評価を高精度化するためには，テクトニックな断層だけではなく，ノンテクトニックな断層群の実態解明が重要である．2016年熊本地震においては，阿蘇カルデラ西部に布田川・日奈久断層帯沿った地表地震断層の北東端が出現するとともに，数多くの斜面崩壊や大規模な地表変状が発生した．われわれは，地表地震断層北東端の延長部にあたる蛇の尾火山の南側斜面において，トレンチ調査およびボーリング調査，ならびに採取試料の全岩化学組成分析および放射性炭素年代分析を実施して，当該地域の蛇の尾火砕丘形成以後の火山層序を明らかにし，約4000年前の斜面崩壊に伴う変形構造を見出した．

鍵層の暦年較正した噴出年代は，蛇の尾スコリア (15500年以前)，ACP1軽石 (約4000年前)，杵島岳溶岩・スコリア (約3700年前)，往生岳スコリア (3500±100年前)，そして米塚溶岩 (3000±100年前) である．

8 m以深の細粒火山灰層と蛇の尾スコリア表層部は黄色に風化しており，斜面と平行な走向の正断層センスの小断層を伴っていた．それらの層を覆う火山灰土層は，高さ約1 mの塊状に分離して，地層の上下が逆転した状態で覆瓦状に配列していた．さらに，この再堆積層は厚さ2 mの流動した火山灰土層に覆われていた．上記すべてのテフラはACP1軽石層に整合的に覆われていた．これらの一連の堆積構造は，ACP1の噴出直前に，それまでに堆積した降下火山灰が次々と崩壊して，崩壊の発生場が火砕丘斜面を遡上したことを示唆している．また，すべり面の構成物や崩壊深度が2016年熊本地震によるものと類似することから，この斜面崩壊は地震動に誘発されたと考えられる．

キーワード：阿蘇カルデラ、噴火活動、地すべり、ノンテクトニクス断層、トレンチ調査
Keywords: Aso Caldera, eruptive history, landslide, non-tectonic faulting, trench survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

決定木による2017年九州北部豪雨災害時の崩壊発生要因の解析
Analysis of causal factors of landslides during 2017 northern Kyusyu torrential rainfall disaster by using decision tree

*大丸 裕武[1]、村上 亘[1]、鶴崎 幸[2]
*Hiromu Daimaru[1], Wataru Murakami[1], Yuki Tsurusaki[2]

1. 国立研究開発法人森林総合研究所、2. 福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center

2017年7月の九州北部豪雨時の崩壊発生の要因について、決定木による解析を行った。国土地理院のオルソ写真から崩壊地を判読し、気象庁のレーダーアメダス解析雨量、10mDEMによる傾斜、地質（産業技術研究所のシームレス地質図）、福岡県の植生データと樹齢データとオーバーレイ解析を行い、Pythonの Scikit-learnモジュールを用いて崩壊発生に対する影響度を評価した。崩壊発生の分布を主に規定しているのは降雨量の分布であった。第2の要因は傾斜で、崩壊発生の閾値は降雨量とともに低下する傾向が見られた。第3の要因は地質で、花崗岩（花崗閃緑岩を含む）のエリアでは変成岩や第三紀の火山岩地域に比べて崩壊が発生しやすい傾向が見られた。樹齢は第4の要因であったが、降雨量が500mm以下のエリアにおいて顕著な影響が認められた。一方、樹種の影響は他の要因と比べて極めて小さいことが推定された。

キーワード：2017年九州北部豪雨、崩壊、決定木
Keywords: 2017 northern Kyusyu torrential rainfall disaster, landslide, decision tree

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨による愛媛県宇和島市周辺の岩盤崩壊の地質学的特徴
Geologic characteristics of rock mass failures caused by the heavy rain event of July 2018 in Uwajima, Ehime

*山崎 新太郎[1]
*Shintaro Yamasaki[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

西日本全域に被害をもたらした「平成30年7月豪雨」は宇和島市および西予市の法華津湾周辺において岩盤崩壊を多発させた．本報告では岩盤崩壊の特徴を報告する．岩盤崩壊は低起伏の地形上で発生し比較的小規模であった．滑落崖はいずれも風化が認められ，斜面を切断する分離面と高密度の亀裂があった．さらに脆弱な鉱物脈と断層による破砕も認められた．これらの特徴のために岩盤崩壊が発生した斜面では微視的にも巨視的にも強度が低下していた．さらに，低強度の岩盤では重力変形が進行し，大量の降水の流入経路が崩壊前に斜面に形成されていたと考えられる．崩壊が多発した宇和島市法華津湾周辺は四国の四万十帯内では特徴的に低起伏な地域である．このような低起伏地域は四国を東西に横断する仏像構造線に沿って帯状に分布する．

キーワード：豪雨、地すべり、深層崩壊、地質規制、四万十帯
Keywords: heavy rain event, landslide, deep-seated landslide, rock control, Shimanto belt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨時に発生した真備町の堤防破堤メカニズムについて
On the failure mechanism of embankments in Mabi Town during the Heavy rain of July, 2018, Japan

*王 功輝[1]
*Gonghui Wang[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

平成30年6月28日から7月8日にかけて，西日本を中心に中部地方や北海道など全国的に広い範囲で発生した集中豪雨により，多くの地域で河川の氾濫や浸水害および土砂災害が発生し，死者数が200人を超える甚大な災害となった．その内，岡山県倉敷市真備町で小田川と支流の末政川や高馬川などの堤防が決壊し，広範囲が冠水した．これにより，51名の犠牲と4千棟以上の家屋浸水など甚大な被害が起きた．これらの堤防の決壊機構を解明するために，堤防に対する現地調査や物理探査及び遠心載荷実験を実施した．その結果を報告する．

キーワード：堤防決壊、決壊機構、堤体内部構造、堤体基盤、遠心実験
Keywords: failure of embankment, failure mechanism, Internal structure of embankement, foundation of embankment, Centrifuge test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネパールSun Kosi川支川流域におけるSAR干渉画像による地すべり性地表変動の検出

Interpretation of landslide surface deformation around the branch basins of Sun Kosi river in Nepal using InSAR images

*大竹 俊兵[1]、佐藤 浩[1]
*Otake Shunpei[1], Hiroshi, P. Sato[1]

1. 日本大学文理学部
1. College of Humanities and Sciences, Nihon University

2015年4月25日，ネパールの首都カトマンズ北西約80㎞地点においてMw7.8の地震（ネパール・ゴルカ地震）が発生し，その後の同年5月12日にはカトマンズ東北東約75㎞地点においてMw7.3の最大余震が生じた。これらの地震により，ネパールの山岳地帯では斜面災害が多発し，大きな被害を出した。また，ネパールはインドプレートがユーラシアプレートに衝突・沈み込みのある地域であり，地震が発生しやすいほか，山岳地域が広く分布し，モンスーン期に多量の雨が降るといった斜面災害が発生しやすい条件がそろっており，今回の地震によって滑動した斜面が今後再滑動する可能性がある。そのため、地すべり性地表変動の監視をすることは斜面災害に対する防災に貢献できるという点で重要である。そこで，本研究では地すべりが多発した地域の一つであるMw7.3の最大余震の起こった周辺地域を対象に，地すべり性地表変動の検出を試みた。

地すべり性地表変動を検出する方法として，干渉SARを用いた試みが行われている。そこで，本研究では最大余震の震央を含むSun Kosi川支川流域のSAR干渉画像を2016年9月12日/2017年1月30日と2017年1月30日/2017年9月11日の2時期分作成し，それぞれのSAR干渉画像において地すべり性地表変動の判読を行い，判読された範囲を囲み，その中心に点を与えた。その検出された地点について震央からの距離，標高，斜面の向き，変位量，変位面積，地質，河川流域について調べ，分析した。

判読の結果，2016年9月12日/2017年1月30日で29地点，2017年1月30日/2017年9月11日で25地点の地すべり性地表変動が検出された。解析の結果，標高帯1500－2999mに全体の約7割の地点が属していること，2016年9月12日/2017年1月30日より2017年1月30日/2017年9月11日の方が1地点当たりの平均の変位面積が大きいことがわかった。これは，標高帯1500－2999mにおいて比較的広く分布している地質である低ヒマラヤメタ堆積岩類が多くの検出地点を与えること，2017年1月30日/2017年9月11日では雨季による降水の影響が変動に関与したことで変位面積が増加したことが考えられる。

キーワード：地すべり、SAR、地震、ネパール
Keywords: Landslide, SAR, Earthquake, Nepal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年インドネシア　スラウェシ島の地震によって発生した大規模流動化現象

The large scale landslides triggered by The 2018 Sulawesi Earthquake, Indonesia

*小俣 雅志[1]、足立 敏之[2]、山越 隆雄[3]、松井 健一[4]、岩松 敏男[1]、高岸 且[1]、本島 千帆[1]、奥泉 優[1]、和田 湖人[1]
*Masashi Omata[1], Toshiyuki Adachi[2], Takao Yamakoshi[3], Kenichi Matsui[4], Tosho Iwamatsu[1], Susumu Takagishi[1], Chiho Motojima[1], Yuu Okuizumi[1], Umito Wada[1]

1. 株式会社パスコ、2. 自民党参議院議員、3. 砂防・地すべりセンター、4. 足立敏之事務所
1. PASCO CORPORATION, 2. LDP Upper House member, 3. SABO & LANDSLIDE TECNICAL CENTER, 4. Nobuyuki Adzchi Office

2018年9月28日にインドネシアのSulawesi島で発生した地震は、地震の規模がMw7.5、震源の深さは20km（USGS,2018）であった。Sulawesi島にあるPalu市街地の西側、山地と平野の境界にはPalu-Koro断層という活断層が分布している。干渉SAR解析結果によれば、このPalu-Koro断層に沿って南北の走向を持つ、地震はこの活断層が活動したものであると考えられる。筆者らは、地震後に撮影された光学衛星画像を入手して観察を行った。光学衛星画像から読み取れる現象について検討した結果を報告する。　光学衛星画像は地震直後の9月30日に撮影されたPleiadesによる50cm解像度の画像、および10月17日に撮影されたSPOT-7による1.5m解像度の画像を用いた。この衛星画像にJAXA（2018）から無償公開されているALOS World 3D - 30m（AW3D30）をもとに生成した5m等高線を重畳して検討を行った。Palu市街地はPalu川の河口部付近の平野に位置する。平野の西側にはおおよそ南北走向でPalu-Koro断層が分布するために比較的直線状の山地・平野境界として見えるが、山地から平野に注ぐ河川沿いには扇状地が発達している。平野東側の山地と平野の境界は入り組んでおり、山地からの流れ出る河川には比較的大きな扇状地が連続して発達し、緩やかな傾斜を持って平野と接する。平野部もPalu川に向かってごく緩やかに傾斜していることが等高線から確認できる。

地震後に報道されたところによれば、この地震によって、Palu周辺の複数の地点で、ほぼ平坦な地面が側方に大きく流動化する現象が発生し、大きな被害をもたらしたとのことである。衛星画像からも、これらの現象が発生している状況が、少なくともPalu市街地の東側に２箇所、西側に１箇所確認できる。市街地の東側で空港の南側に位置するPetobo地区では幅約1km長さ約2.5kmの範囲で流動化現象が発生し、流動化現象が発生した範囲の上部側では褐色の土砂がむき出しになり、下部側には土砂が押し寄せて形成した縄状構造が確認できる。Petobo地区の約5km南側、Jono Oge地区においても大規模な流動化現象が確認できる。上端の幅は約1kmで下側に行くほど幅が狭くなる。流動化した地面はかなり緩い状態で移動したようで、下端部付近では土石流が流下したように耕作地の上に薄く褐色土砂を載せているように見える。これらPetobo地区とJono Oge地区の流動化現象の上端は、扇状地末端の傾斜変換線付近で発生し、ほぼ同じ標高である。扇状地で伏流していた地下水が豊富に地表付近に分布している地点であると推定される。Palu市街地の西側Balaroa地区で発生した流動化現象は規模がやや小さく、幅が約0.4km程度であるが、住宅が比較的密集している市街地で発生しているため、人的被害は大きいと推定された。流動化現象の末端部はPetobo地区と同様に縄状の構造が確認できる。

現地のカイリ族には「Nalodo」という「泥に吸い込まれる」という意味の液状化を示す言葉があるとのことである。このような液状化現象が過去にも繰り返し起きていたことが推定できる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

【参考文献】

JAXA（2018） ALOS全球数値地表モデル (DSM) "ALOS World 3D - 30m (AW3D30)" （第2.1版）．https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d30/index_j.htm
USGS（2018）M 7.5 - 70km N of Palu, Indonesia, Earth quake Hazards Program．https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us1000h3p4/executive

キーワード：大規模流動化現象、衛星画像、地震、SPOT-7、Pleiades、インドネシア
Keywords: lateral spread, satellite imagery, earthquake, SPOT-7, Pleiades, Indonesia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR解析によって捉えられた2018年北海道胆振東部地震に伴う札幌市内の被害状況と地形の関係性

Relationship of the grand deformation and topography in Sapporo City at the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake confirmed by InSAR analysis

*横田 彰宏[1]、西村 智博[2]、重野 聖之[1]、本田 謙一[2]、向山 栄[2]
*Akihiro Yokota[1], Tomohiro Nishimura[2], Kiyoyuki Shigeno[1], Kenichi Honda[2], Sakae Mukoyama[2]

1. 明治コンサルタント株式会社、2. 国際航業株式会社
1. Meiji Consultant Co., Ltd, 2. Kokusai Kogyo Co., Ltd

平成30 年（2018 年）北海道胆振東部地震では，札幌市清田区をはじめ広範囲で地盤変位による道路や建物被害が発生した．これら自然災害で生じた被害を迅速に把握することは，支援および救急活動を円滑にし，減災を進める上で重要であると考えられる．

合成開口レーダ（SAR）を用いた干渉SAR解析は，天候に左右されることなく，広範囲で地表形状の微小な変位を抽出できるので，今回の地震調査にも適用した結果，表層地盤や建物に被害が発生した可能性がある場所を迅速に検出できたことが報告されている（向山ほか，2019など）．

筆者らは，Sentinel-1衛星により取得された地震前後のSARデータを解析して推定された変位について，空中写真判読および現地踏査から，被害状況や旧地形について調査を行い，干渉SAR結果の妥当性と変位の原因について検討を行った．

SAR解析の結果，札幌市清田区清田・里塚・美しが丘のほか，豊平区平岸，東区伏古-苗穂などでも顕著な変位が観測され，大きな地震被害が推定された．これらの地区を対象に，現地踏査による変位状況と，米軍写真等を用いた地形判読や土地利用変遷について調査を行った．

調査の結果，東区伏古-苗穂地区では,旧豊平川（伏古川）の蛇行した河道地形や氾濫原となる地形が分布し，旧河道の埋め立て部や河道縁辺部に沿って最大5 cm程度の地盤沈下が集中していることが確認された．豊平区平岸では，平岸面にあたる河川段丘と月寒川支流河川の侵食で形成された沖積低地が分布し，沖積低地の一部と，元採石場を埋め立てた箇所で地盤沈下が確認された．

これらの地盤変位が確認される箇所は，SAR解析で大きな変位が推定された箇所にほぼ一致し，地盤沈下の他に建物に亀裂や,躯体が抜け上がるなどの被害が生じていた．また，清田区清田・里塚・美しが丘においても，SAR解析により大きな変位が推定された箇所では，同様に地表部の変位が確認された．

今回確認された地盤変位は，旧河道や旧地形を人工的に埋め立てた改変地に集中しており，旧地形や盛土箇所との相関が高いと考えられる．

2018年北海道胆振東部地震後の地盤変位に伴う被害について,Sentinel-1衛星によるSARデータを利用することにより,短時間に広域の概略被害状況を把握できることが明らかとなった．

参考文献

向山栄・本田謙一・西村智博（2019）衛星SARや航空レーザ計測データを用いた地震時の家屋・地盤被害の把握技術．地盤工学会誌，Vol. 67，No. 3

横田彰宏・重野聖之・西村智博・本田謙一・向山 栄（2019）干渉SARと古地理でみる札幌市の地震被害－2018年北海道胆振東部地震－．日本地理学会発表要旨集．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：干渉SAR、地盤変位、2018年北海道胆振東部地震
Keywords: Interferometric SAR, Ground displacement, 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星干渉SAR解析に基づく2018年の北海道胆振東部地震災害による地表変動と建物被害分布，および多時期のLiDAR DEMデータ解析による地表変位の抽出

Estimation of co-seismic surface displacement and ground deformation associated with the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, based on differential InSAR and differential LiDAR DEM analysis.

*本田 謙一[1]、浅田 典親[1]、虫明 成生[1]、西村 智博[1]、向山 栄[1]
*Kenichi Honda[1], Norichika Asada[1], Naruo Mushiake[1], Tomohiro Nishimura[1], Sakae Mukoyama[1]

1. 国際航業株式会社
1. Kokusai Kogyo Co.,LTD.

地震国である日本にとって，地震が発生した際，迅速に建物の被災状況を把握することは，災害の初動対応において非常に重要である．

衛星リモートセンシングは，広域を計測できることから，災害時の被害把握が期待されている．しかし，衛星の観測頻度や解析処理時間，初期に求められる情報の選定等，実用への課題は多い．

本発表では，衛星リモートセンシングを活用することで提供できる情報の事例として，今年度発生した災害の内，北海道胆振東部地震（9/6）に対するSARと多時期のLiDAR DEMデータ解析による対応について紹介する．

液状化の被害があった札幌市清田区の解析を行った．Sentinel-1による干渉解析の変位は不連続かノイズとなっており，被害地域の変位抽出は困難であったが，干渉性（コヒーレンス）の変化から被害域を抽出できた．対して，ALOS-2では干渉性の低下は小さく，干渉画像の変位が被害域の抽出に適していた．これは観測波長帯域の違いによる感度の違いによるものと考えられる．

比較のため，航空レーザースキャナの災害前後2時期の計測データを用いた，3D-GIVの解析から，水平移動を含む地表変位の解析結果と比較した．災害前の人工改変の影響も含まれるが，災害による谷埋め盛土の沈下や水平移動の領域とSARの結果が一致していることが確認できた．

この地震では地震直後の9月6日5時40分にSentinel-1が観測されたため，地震当日中に解析し，解析結果を現地社員に提供した．地震翌日の9月7日に現地確認を行い，その結果を被災自治体等に提供した．地震当日を除き，天候が悪く航空機が撮影できない状況が数日続いたため，迅速に広域の被災範囲を抽出するという衛星SARの利点が活かせた事例といえる．

本研究では，SARによる建物被害抽出事例を紹介した．

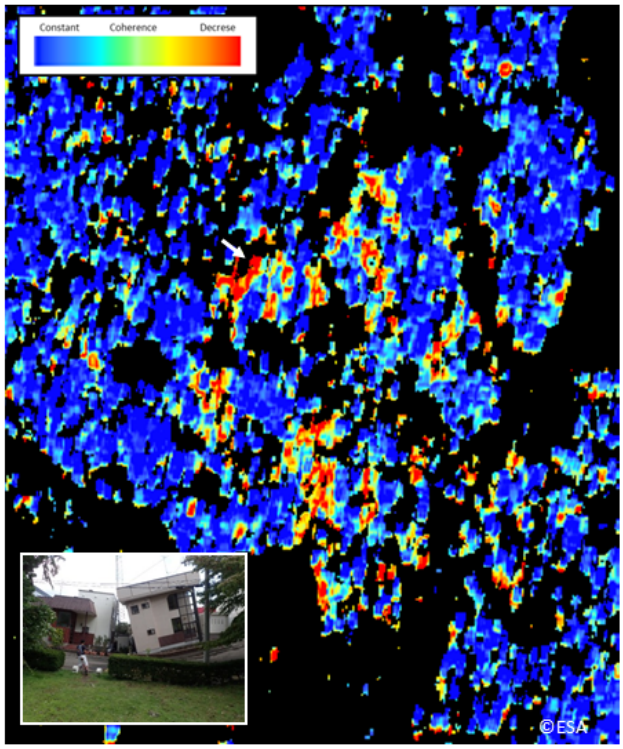
衛星リモートセンシングによる被害把握は有用ではあるが，日本国内では，災害直後から現地への踏査や航空機による状況把握が行われ，衛星リモートセンシングが活用される状況は実態としては少ない．

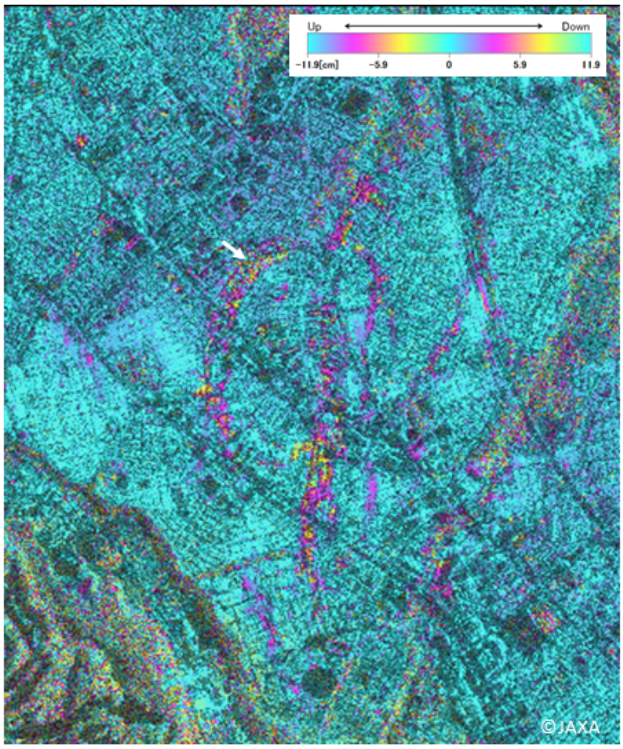
しかし，北海道胆振東部地震で行われたように，衛星データを迅速に撮影し，解析結果を提供することで，初期の災害情報把握の一つの選択肢になり得ることを示した．また，建造物被害域の推定は，光学写真で判読することは難しく，SARの干渉性による推定の意義は大きいと考えられる．

最後に，このたびの災害で被災された方々に謹んでお見舞い申し上げます．

キーワード：地震、合成開口レーダー、航空レーザスキャナ
Keywords: Earthquake, SAR, LiDAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geological features of landslides of pyroclastic fall deposits induced by the 2018 Eastern Iburi Earthquake and other previous earthquakes

*千木良 雅弘[1]、田近 淳[3]、石丸 聡[2]、鈴木 毅彦[4]
*Masahiro Chigira[1], Jun Tajika[3], Satoshi Ishimaru[2], Takehiko Suzuki[4]

1. 京都大学防災研究所、2. 北海道総合研究所　地質研究所、3. 株式会社　ドーコン、4. 首都大学東京
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Hokkaido Geological Survey, Hokkaido Research Organization, 3. Docon Co. Ltd, 4. Tokyo Metropolitan University

2018 Eastern Iburi Earthquake induced numerous numbers of landslides in Atsuma town and its neighborhood with the seismic intensities of 7 and 6+. This was one of the most devastating earthquake-induced landslide hazards in Japan. Geographical Information Authority of Japan published a map showing the distribution of landslides, which counted 8000 in an area of 400 km^2. Most of the landslides were of pyroclastic fall deposits and highly mobile. Those deposits were of Ta-d pumice of 9 ka and En-a pumice of 20 ka, and their sliding surfaces were made within specific beds, which were the bottom of Ta-d, reworked Ta-d in its base or reworked En-a beneath Ta-d, or volcanic soil with pumice grains beneath the Ta-d or volcanic soil beneath En-a. The materials that accommodated the sliding surfaces were heavily weathered to be rich in halloysite, which mineral has been found from the sliding surface materials of previous earthquake-induced landslides of pyroclastic fall deposits and is supposed to be very weak to earthquake shaking. The depths of the landslides varied from 2 to 3 m. Most of the beds that slid were undercut at the lower portion of the slopes, because of man-made cutting or convex slope breaks of which origin is in dispute.

Landslides similar to the landslides stated above have previously occurred in Japan, Indonesia, and El Salvador. They were 1923 Kanto, 1949 Imaichi, 1968 Tokachi-Oki, 1978 Izu-Oshima-Kinkai, 1984 Naganoken-Seibu, and 2011 Tohoku earthquakes in Japan, 2001 El Salvador earthquake, and 2009 Padang earthquake in Indonesia (Chigira and Suzuki 2016). The oldest beds that accommodated a sliding surface and was dated was 330 ka and the youngest was 9 ka of Ta-d. The beds of the sliding surfaces were rich in halloysite and most of the landslides were undercut like those by Eastern Iburi earthquake.

Chigira, M. & Suzuki, T. 2016. Prediction of earthquake-induced landslides of pyroclastic fall deposits. In: Aversa, S., Cascini, L., Picarelli, L. & Scavia, C. (eds.) Landslides and Engineered Slopes. Experience, Theory and Practice. Associone Geotecnica Italiana, Rome, 93-100

キーワード：地震、地すべり、降下火砕物
Keywords: Earthquake, Landslide, Pyroclastic fall deposits

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震観測に基づく奈良県十津川村山地の地震動特性－地震による崩壊の基礎研究－

Earthquake ground motion properties of mountainous district in Totsukawa village, Nara pref. based on the seismic observation –A fundamental study of landslides caused by earthquake –

*飯田 智之[1]、山田 隆二[1]、先名 重樹[1]、徳井 秀光[2]、小野寺 哲也[2]、川邊 洋
*Tomoyuki Iida[1], Ryuji Yamada[1], Shigeki Senna[1], Hidemitsu Tokui[2], Tetsuya Onodera[2], Hiroshi Kawabe

1. 防災科学技術研究所、2. テクニカルリンク株式会社
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. Technicallink Kabushiki kaisya

K-NETやKiK-netなどの地震観測ネットワークが全国的に整備されて以来、膨大な量の地震観測情報が蓄積されてきた。しかし、地震計の多くは平地や丘陵地に設置されており、斜面崩壊が発生する可能性のある山地に設置されている地震計は極めて少ない。そのため、斜面崩壊に大きく影響すると考えられる増幅特性など、山地の地震動特性についてはよく分かっていないのが現状である。山地の地震動特性には、AVS30（表層30mの平均S波速度）などの地盤構造とともに、地形や震央との位置関係など他の要因が影響することが予想される。そこで我々は、特に地震動特性に対する地形の影響に着目して、尾根地形での地震観測を継続している。

KiK-net観測地点のひとつであるNARH01は、奈良県十津川村の東西に伸びた尾根上に設置されている。NARH01には、地表とともに約100m深の地中にも地震計が設置されている。地質は四万十層と呼ばれる付加体である。その観測データを補完して、山地斜面の各部における地震動特性を把握するために、NARH01の周囲に加速度計（白山工業JU210）を設置して2017年11月に地震の連続観測を開始した。加速度計の設置箇所は、尾根線上に位置するNARH01観測地の直近点（標高823m）、尾根線の延長上の東部尾根にある東西点（733m）、尾根線に対して垂直な北部斜面にある南北点（670m）、谷部に位置する谷底点（565m）の4カ所である。

１年強の観測期間中に、NARH01でも観測された小規模な４つの地震を（その内のひとつは2018年6月18日の大阪北部地震）観測できたが、フーリエスペクトル分析等の結果、地震動の増幅特性には、地形や地盤構造の他、震央との位置関係などが影響していることが推定された。

キーワード：地震動、崩壊、地震観測、増幅特性、奈良県十津川村
Keywords: earthquake ground motion, landslide, seismic observation, amplification property, Totsukawa-village, Nara pref.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年台風12号により発生した崩壊における地形的特徴と地すべり発達過程に関する検討

Study on topographic features and landslide development process in slope failure by Typhoon Talas

*菊地 輝行[1]、秦野 輝儀[2]、西山 哲[3]
*Teruyuki Kikuchi[1], Teruyoshi Hatano[2], Satoshi Nishiyama[3]

1. 株式会社開発設計コンサルタント、2. 電源開発株式会社、3. 岡山大学大学院
1. JP-Design Co., Ltd., 2. Electric Power Development Co.,Ltd., 3. Okayama University Graduate School of Environmental and Life Science

1.はじめに

豪雨や地震による斜面災害発生後の地形・地質に関する知見は日々蓄積しているが，地すべり・崩壊の予察を確立するには至っていない．この地すべり・崩壊の原因は，素因・誘因が複雑に関係しており，崩壊に至る過程を解明するためには事例の集積・分析と長期の観測・評価が必要となるためである．近年，地すべり・崩壊発生前の地形を正確に把握するには，国や地方自治体による航空レーザ計測データが蓄積されつつあり災害発生前の地形情報は崩壊の発生過程を明らかにすることが可能である[1)など]．そこで， 2011年台風12号による紀伊山地の崩壊発生箇所について微地形判読を行い，崩壊が発生した箇所の地形的特徴と地すべり発達過程に関して検討を試みた．

2.対象箇所

2011年9月2日から5日にかけて西日本を横断した台風12号は，紀伊山地に2000mmに迫る降雨をもたらし，50箇所以上[1)]の深層崩壊を発生させた．本研究の対象とする崩壊箇所は，十津川上流域とした．この流域では，災害前後のレーザ地形図が国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所によって実施されている．特に崩壊が多く発生している地域は，積算雨量が600mmを超える場所であり，それに加えて十津川上流域の四万十帯日高層群美山ユニットの分布域に相当しており，北～北西斜面は流れ盤の斜面となっている．ただし地すべり・崩壊が同一の付加体のユニットで頻発しているわけではなく，複雑な付加体の地質構造に加え，泥岩・砂岩の優勢程度，スラスト断層やテクトニックな断層の分布の影響を受けている．

3.検証方法

検証は，対象とした範囲において，2011年豪雨により崩壊を発生した1,000m^{2}以上の崩壊面積を有する38箇所を特定し[2)]，その崩壊前の航空レーザ地形図の微地形判読を実施した．筆者らは,微地形判読の着目地形として山体の重力変形を示す地形である滑落崖・側方崖・小崖，また紀伊山地での深層崩壊で認められる特徴的な地形として斜面下部の状況を示す末端崩壊及び背後斜面と移動岩体が完全に分離していない変形状態を示す不規則凹凸を対象とした[3)]．また表層水の集中や地下水の影響を示す地形として「ガリー地形」を選択した．これらの微地形は，「無」「有（不明瞭）」「有（明瞭）」の3種類に区分した．次に崩壊地形の発達状態を示す指標として，地すべり地形発達過程と関連付けて考察を行う．崩壊に至る原因は，山体における重力変形の進展が大きな影響を与えていると考えるが，この重力変形が地表面に生じる時期は，地すべり地形発達過程においては大八木[4)]により先滑動期と漸移期としており，この時期に着目して区分を行った．

4.解析結果

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微地形判読の結果，表-1に示すように第一のグループとして地形的特徴の合計が1～3と少ないものが7箇所認められた．これらは，滑落崖・側方崖の明瞭なものは認められず，斜面上部の不規則凹凸が主体である．崩壊範囲を比較すると全体の輪郭は不明瞭である．これは，表-2に示す地すべり地形発達過程において最も初期的な重力変形として区分でき「先滑動期」に極めて近い事例であり漸移期でも前期の段階であると考えることができる．

第二のグループの地形的特徴は，合計数3～7で，滑落崖・側方崖を含むか，明瞭な地形的特徴を含む．不規則凹凸・小崖地形・末端崩壊が顕著であることから，重力変形が明瞭化しつつある段階と考えられる．全体の輪郭は部分的に明瞭なものがある．これらは漸移期ではあるが，滑動期に近いと考えられ，漸移期の後期と区分した．

第三のグループは，地形的特徴の合計数4～12で，滑落崖を含むグループである．これは，滑落崖，側方崖は明瞭．移動体の輪郭は明瞭かつ移動体内のガリー地形の進行が顕著である．末端崩壊やこれに伴う小崖地形も明瞭なことが多い．斜面内に不規則凹凸や小崖が明瞭となっている．これは，重量変形が進行し初生変動としてすべり面が連結し「滑動期」に相当すると考えられる．

5.まとめ

本検討により漸移期前期・後期の地形的特徴は，「滑落崖，ガリー地形，側方崖」の出現は不確実だが，「不規則凹凸，末端崩壊」の出現が高確率であった．また，狭義の地すべり滑動であれば，漸移期の前期から後期へと段階的な発達過程を経るものと考えられるが，2011年豪雨では，前期段階であっても崩壊に至っている．これは，特定の強い誘因で崩壊が発生することを示す．この段階で多く認められる不規則凹凸は，重力性の岩盤クリープに相当し基盤岩の組織が健全であるために地表に出現したと考えられる．このような不規則凹凸に着目し，特徴を理解することで崩壊の予察を行える可能性があると考える．今後の課題は，航空レーザ計測による地形を傾斜量図だけではなく，特性図作成や元データの点群座標をビッグデータとして活用することであり，不規則凹凸に関しては定量的な解析を行い，現地の解釈と物理的な形状の関係を把握することが崩壊に関する予察に有効であると考える．

本研究で使用した航空レーザ測量データは，国土地理院から提供いただきました．貴重なデータを提供いただき心より感謝いたします．

引用文献

1)Chigira, M., Tsou, C.-Y., Matsushi, Y., Hiraishi, N., and Matsuzawa, M.（2013）：Topographic precursors and geological structures of deep-seated catastrophic landslides caused by Typhoon Talas，Geomorphology vol.201, pp.479-493.

2) 奈良県県土マネジメント部砂防・災害対策課：奈良県　紀伊半島大水害　大規模土砂災害アーカイブ,ホームページ(最終検索日:2018/7/13).

3)Chigira, M., Hiraishi, N., Ching-Ying, T., Matsushi, Y. (2015): Catastrophic landslides and their precursory deep-seated gravitational slope deformation induced by the river rejuvenation in the Kii mountains, central Japan,　Engineering Geology for Society and Territory 2, pp.577-581.

4)大八木規夫(2007)：「地すべり地形の判読法-空中写真をどう読み解くか-」,pp.7-20,近未来社.

キーワード：崩壊、地すべりの発達過程、微地形
Keywords: slope failure, development of landslide process, microtopography

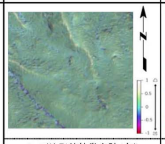
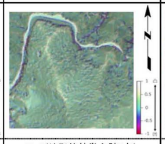
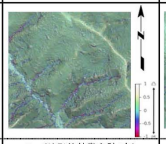
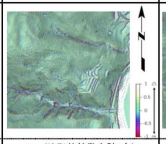
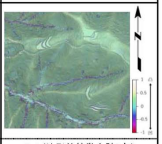
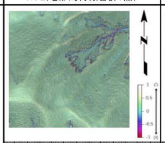
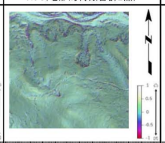
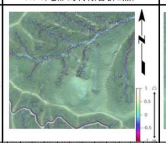
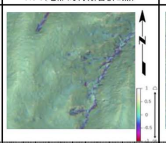
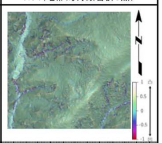
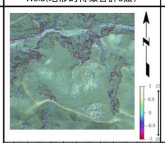
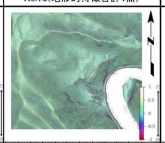
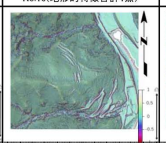
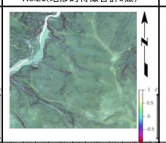
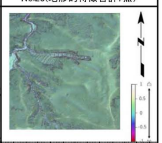
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表-1 崩壊地の解析結果
Table-2 Data used for microtopographic features analysis

No.	面積 (m2)	比高 (m)	最大傾斜方向	崩壊範囲内の平均傾斜 (°)	地形的特徴 [0 無 ,1 有(不明瞭), 2 有(明瞭)] 滑落崖	側方崖	小崖	末端崩壊	ガリー	不規則凹凸	合計	地質 (*1)	地すべり地形発達過程
1	7,500	112	NNE	36.5	0	0	0	0	0	1	1	Ob	漸移期[前期]
2	5,100	96	E	37.7	0	0	0	0	0	1	1	My3	〃
3	48,000	56	N	38.3	0	0	0	1	0	1	2	My2	〃
4	28,700	176	WSW	35.3	0	0	0	1	0	1	2	My3	〃
5	26,400	124	SSE	32.8	0	0	0	1	0	1	2	H4	〃
6	6,600	108	NE	37.3	0	0	0	1	0	1	2	My2	〃
7	35,900	176	SW	31.1	0	0	1	0	1	1	3	Yk2	〃
8	29,900	254	NE	38.4	0	0	0	2	0	1	3	My3	漸移期[後期]
9	9,200	128	E	37.3	0	1	1	0	0	1	3	My1	〃
10	9,400	92	SW	38.8	0	1	0	1	0	1	3	My1	〃
11	14,000	114	NW	34.6	1	0	0	1	0	1	3	My3	〃
12	4,500	94	NNE	33.7	1	0	1	1	0	1	4	My4	〃
13	20,600	154	N	35.3	1	0	0	2	0	1	4	My3	〃
14	8,500	165	NW	39.8	0	1	0	1	1	1	4	Ry	〃
15	42,100	174	N	32.6	0	0	1	1	1	1	4	H4	〃
16	48,100	308	NW	38.5	0	0	0	2	1	1	4	My2	〃
17	5,044	103	W	39.8	0	0	0	1	2	1	4	Yk3	〃
18	14,300	154	NNW	38.2	1	0	1	1	1	1	5	My4	〃
19	34,100	234	NE	38.3	1	1	0	1	1	1	5	Ry	〃
20	13,500	136	ENE	39.6	1	1	1	0	1	1	5	Yk2	〃
21	7,400	64	W	41.8	1	1	0	2	1	1	6	My3	〃
22	14,700	126	NNW	37.8	0	2	1	2	2	0	7	My3	〃
23	42,300	218	WSW	38.8	1	1	1	2	1	1	7	My3	〃
24	5,100	158	NW	40.9	0	1	2	2	1	1	7	My3	〃
25	48,000	226	WSW	30.0	0	1	0	2	2	2	7	My2	〃
26	18,200	134	NNW	38.1	2	1	0	1	0	1	5	gc	滑動期
27	1,400	32	NE	39.9	0	2	0	2	1	0	5	My2	〃
28	51,700	227	NNW	32.2	1	0	1	2	0	2	6	Ry	〃
29	22,500	92	NNW	36.8	0	1	1	2	0	2	6	Ry	〃
30	77,200	124	ESE	29.6	0	0	2	2	1	1	6	H4	〃
31	38,600	120	NNW	35.1	2	0	1	1	1	1	6	H4	〃
32	59,000	254	ENE	37.3	1	1	1	1	1	1	6	My1	〃
33	86,300	396	NNE	42.1	1	1	0	2	2	1	7	My4	〃
34	10,300	144	SW	41.3	0	2	0	2	2	1	7	My2	〃
35	254,900	592	NW	38.3	2	1	1	1	1	2	8	My2	〃
36	19,200	120	NNE	34.2	0	2	0	2	2	2	8	My3	〃
37	182,700	400	NW	39.0	2	1	1	2	1	2	9	My2	〃
38	195,100	446	NNW	36.2	2	1	2	2	2	2	11	My2	〃

*1) 地質
Ry: 竜神層, H1～4: 花園層(ユニット1～4), gc 花園層緑色岩チャート, My1～4: 美山層(ユニット1～4)

表-2 崩壊事例の地すべり地形発達過程における検討結果
Conceptual map of Landslide developing history of slopes at micro-topography interpretation

先行研究		本研究							
大八木[4]		新区分	地形的特徴の傾向	合計点数と箇所数	上段:具体的な事例(それぞれ5箇所) ／下段:通しNo.と地形的特徴合計点 [先滑動期と後滑動期には崩壊事例がない]				
先滑動期	対象斜面に地すべりによる変形や運動が全体のみならず部分にも発生していない期間。地質時代に形成された地質構造が地表環境下の諸営力によって変化する。特定の構造や地層が地すべり構造の基本的な要素に移化する。	先滑動期	本研究では事例はないが、重力変形が生じる前段階の組織地形から生じる小崖地形が断続的に分布する これ以外の地形変状は認められない.	地形的特徴は認められない	–	–	–	–	–
漸移期	対象斜面の一部に小さい変形が生じているが、変動部分全体がまだ基岩から分離していない。全体の輪郭となる構造がまだ形成されていない	漸移期[前期]	初期的な重力変形によって生じる不規則凹凸、末端崩壊が主体. 滑落崖・側方崖が認められない. また明瞭な地形的特徴が認められない 特定の外的要因によって急激に不安定化する全体の輪郭は不明瞭	合計数:1～3 箇所数:7	 No.2(地形的特徴合計1点)	 No.3(地形的特徴合計2点)	 No.4(地形的特徴合計2点)	 No.5(地形的特徴合計2点)	 No.7(地形的特徴合計3点)
		漸移期[後期]	重力変形が明瞭化. 不規則凹凸・小崖地形・末端崩壊が顕著. 滑落崖・側方崖を含むか、明瞭な地形的特徴を含む. 全体の輪郭は部分的に明瞭	合計数:3～7 箇所数:17	 No.8(地形的特徴合計3点)	 No.13(地形的特徴合計4点)	 No.15(地形的特徴合計4点)	 No.20(地形的特徴合計5点)	 No.23(地形的特徴合計7点)
滑動期	対象斜面の変動域構成体とその下位の非変動域構成体とを限る輪郭構造が形成されて変動域構成体は非変動域から独立して運動しているか、運動できる状態になっている。活層、休止、再活動、移行拡大に細分も可能	滑動期	滑落崖、側方崖は明瞭. 移動体の輪郭は明瞭. 移動体内のガリー地形の進行が顕著 末端崩壊やこれに伴う小崖地形も明瞭なことが多い. 斜面内に不規則凹凸や小崖が明瞭となる	合計数:4～12 箇所数:13	 No.26(地形的特徴合計6点)	 No.30(地形的特徴合計6点)	 No.32(地形的特徴合計6点)	 No.35(地形的特徴合計8点)	 No.37(地形的特徴合計9点)
後滑動期	対象斜面における地すべり移動体が運動を完全に停止し、移動体の移動・活動中に形成された構造が運動を停止(休積)下状態において削剥される状態	後滑動期	滑落崖を含むが、一部消失している場合もある. エッジが消失することがある. 移動体の輪郭は明瞭. 移動体内のガリー地形の進行が顕著 移動体内の不規則凹凸やは拡大しないため不明瞭化する. 削剥が進行するため、末端崩壊は明瞭なことがある.	–	–	–	–	–	–

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大規模崩壊の予兆である「斜面の膨らみ」の形成機構
Formation mechanism of bulge of slope that is sign of large-scale collapse

*吉村 辰朗[1]
*tatsurou yoshimura[1]

1. 第一復建株式会社
1. Daiichi Fukken Co., Ltd.

近年の集中豪雨の発生に伴い，大分県では大規模な地すべりが発生している．崩壊した切土のり面周辺においてγ線探査を実施し断裂分布を調べた結果，移動土塊の形成は主断裂・共役断裂による分断が原因であることが判明した．この「断裂の分断による移動土塊形成モデル」を大規模地すべりにおいて検証した場合，主断裂・共役断裂の他に移動土塊中央部に規模が大きい断裂が認められ，崩壊前には「斜面の膨らみ」が認められる．耶馬渓崩壊においては，崩壊中央部の断裂の表層部は凹地形を呈し，古期崖錐が堆積している．その下方の移動土塊は，崩積土中に溶結凝灰岩の大転石を多量に含んでおり，また安山岩（不動層）との境界付近では湧水が見られ埋没谷の存在が示唆される．火砕岩まじりの崩積土で構成される埋没谷に関係する地すべりは，長野県北部のグリーンタフ地域で発生していることが報告されている　.この様な埋没谷の成因としては，断裂による谷の下刻作用が主因と考えられる．崩壊事例では移動土塊中央部に規模が大きい断裂が分布することから，この断裂付近の侵食によって中央部分に深い谷が形成され崩積土や岩屑が堆積する．次に側方崖付近の共役断裂付近の侵食によって「地形の逆転」が生じ，谷底が尾根になる．この場合，移動土塊は旧谷地形に分布した地質体で，接触不整合面がすべり面となる可能性が高い．

断層付近の地震動の振幅特性として，断層と直交する方向に地震動が卓越する可能性が高いと考えられている．また，和賀岳東面において「山体重力変形地形」の一つである小崖地形周辺の基盤岩の変位を調べた八木(1993)では，卓越する節理系に直交方向に前倒していたことから，基盤岩の前倒による小崖地形形成の引金として，斜面に加速度的な振動をもたらす地震動が考えられている．2016年4月に熊本地震が発生し，補強土壁が部分的に崩壊した．補強土壁は連続的な構造物であるが，崩壊箇所と残存箇所が隣り合っており，これに作用した地震動による外力が局所的に大きく異なったものと推察された．補強土壁付近には，主断裂と共役断裂が検出された．断裂で分断された区間と崩壊区間がほぼ一致していることから，この区間のみが地震動によって射出的な崩壊をしたと考えられる．主断裂と共役断裂で分断された区間に地形の逆転によって基盤岩（不動層）と異なる地質体（例えば岩屑）が分布し，地震動によって主断裂に直交する方向に加速的な振動が加わった場合には，「斜面の膨らみ」が生じいびつな凸状斜面が形成されると考えられる．

キーワード：大規模崩壊、斜面の膨らみ、地震動、地形の逆転、γ線探査
Keywords: large-scale collapse, bulge of slope, seismic motion, relief inversion, gamma-ray survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

関東山地三峰地域における線状凹地を埋積する堆積物
Sediments accumulated in the linear depressions in the Mitsumine area, Kanto Mountains

*益子 将和[1]、千木良 雅弘[2]
*Masakazu Mashiko[1], Masahiro Chigira[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

山体重力変形の発生・発達メカニズムは未だ不明な点が多い．我々は，四万十付加コンプレックスが分布する関東山地三峰地域において，山体重力変形の発生・発達メカニズムの解明を目的として調査を行っている．ここでは，東流する中津川と荒川との間の山稜頂部に約6kmにわたって断続的に連続する山上凹地が存在し，大規模な重力斜面変形を示唆している．この山上凹地内の2.3km離れた2か所で，パーカッション式簡易ボーリングを用いて凹地の埋積堆積物を採取した．東のボーリングがP1，西がP2である．

P1とP2は，それぞれ6.75mと6.95mで岩盤に到達した．埋積堆積物は，表層からおよそ1.0mの深さまで黒褐色の腐植土および粘土，またそれ以深より基盤岩に至るまでは褐色粘土で構成される．

ボーリングコア中に含まれるテフラを特定することで，線状凹地や，その山腹斜面にみられる山体重力変形の発生年代を推定することができる．深さ20cmごとにボーリングコア中の火山ガラス含有率を測定したところ，P1では2.20m付近に，P2では2.40mおよび6.00m付近にそれぞれ火山ガラス含有率のピークが認められた．三峰地域一帯における堆積物からは，姶良Tnテフラ (AT) (2.6から2.9万年前)，御岳第一テフラ (On-Pm1) (約10万年前)，八ヶ岳川上テフラ (Yt-Kw) (約17万年前) などのテフラが同定されている．このことから，コア中の火山ガラスはこれらのいずれかのテフラが起源であると考えられる．コア中に含まれるテフラを同定するため，現在これらの火山ガラスの屈折率を分析中である．なお，P1の東方2kmの大滝げんきプラザでは当該山上凹地内に厚さ約10mの堆積物が確認され，岩盤から約2m上でYt-Kwが，そしてその上にはOn-Pm1が報告されており (埼玉県地質図編纂委員会，1999)，この部分の山上凹地形成は17万年よりも前にさかのぼると推定される．

調査地域における山体重力変形のメカニズム解明のためには，地域の地形学的・地質学的特徴を明らかにすることが不可欠である．線状凹地の堆積物の調査とともに，地域の地質構造を明らかにするための現地調査を今後も引き続き行う予定である．

キーワード：山体重力変形、線状凹地、堆積物、ボーリングコア、テフラ
Keywords: Deep-seated gravitational slope deformations, Linear depressions, Sediments, Boring core, Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 301B 3F

[H-CG26] デルタとエスチュアリー：複雑な河口システムへの学際的取り組み

コンビーナ:齋藤 文紀(島根大学エスチュアリー研究センター)、Guan-Hong Lee(Inha University)、David L Dettman(University of Arizona)、堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)、座長:Yoshiki Saito(Shimane Univ/ GSJ, AIST)、David Dettman(University of Arizona)

This session has foci on morphodynamics, material cycling, and sustainability in deltas and estuaries. We invite contributions that advance research on deltas and estuaries as complex river-mouth systems from modern and ancient examples, and that develop integrated frameworks for delta & estuary dynamics modeling on a broad range of temporal and spatial scales: from studies of coastal evolution over the Quaternary to small-scale sediment/material transport processes. We also invite physical processes studies based on field observations, numerical simulation and flume experiments. Finally, the conveners encourage contributions that promote data collection and sharing for both advancing science and local problem solving, that consider policy and governance issues linked to the sustainable development of deltas and estuaries, and that use in-situ and satellite data for modeling and risk assessment.

13:45 ~ 14:15

[HCG26-01] Recent Changes of the Asian Major Deltas

★Invited Papers

*Paul Liu[1] (1.North Carolina State University Raleigh)

14:15 ~ 14:30

[HCG26-02] **Matching trends in channel width, sinuosity, and depth along the fluvial to marine transition zone of tide-dominated river deltas: the need for a revision of depositional and hydraulic models**

★Invited Papers

*Marcello Gugliotta[1]、Yoshiki Saito[1] (1.Shimane University)

14:30 ~ 14:45

[HCG26-03] **Effects of an Estuarine Dam on Sediment Flux Mechanisms in a Macrotidal Estuary**

Steven Miguel Figueroa[1]、*Guan-Hong Lee[1] (1.Inha University)

14:45 ~ 15:00

[HCG26-04] **Late Pleistocene sedimentary evolution of the north Jiangsu coastal plain revealed by OSL dating based chronostratigraphy**

*Lei Gao[1]、Hao Long[1]、Ping Zhang[2]、Toru Tamura[3,4]、Ji Shen[1] (1.Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS,China、2.Geological Survey of Jiangsu Province (GSJP), Key Lab of EFGD, Ministry of LR, China、3.Geological Survey of Japan (GSJ), AIST、4.Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo)

15:00 ~ 15:15

[HCG26-05] The sedimentary environments and provenance of the late Quaternary sediments, in South Yellow Sea shelf, eastern China

*Yong Yin[1] (1.School of Geography and Ocean Science, Nanjing University)

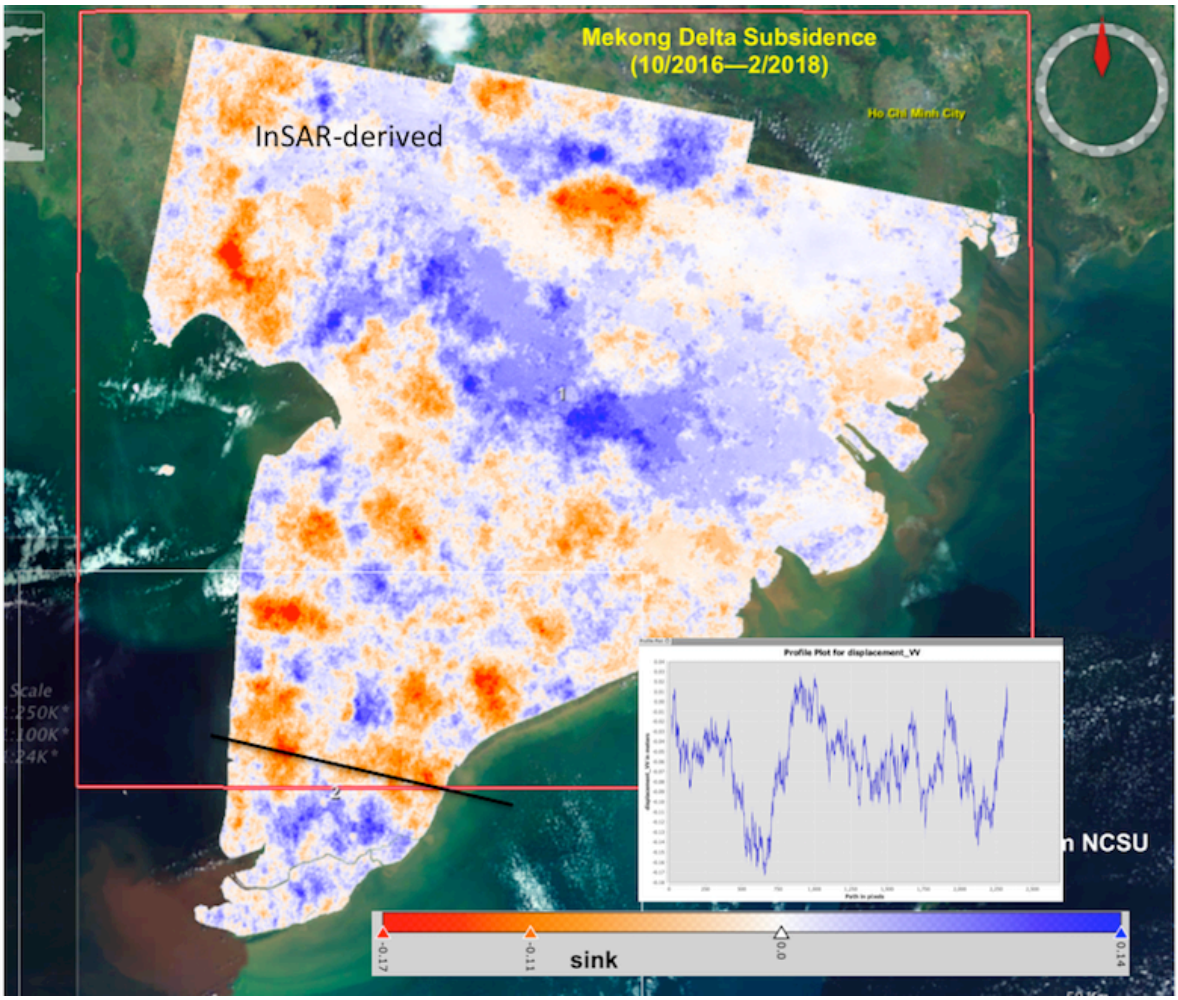
Recent Changes of the Asian Major Deltas

*Paul Liu[1]

1. North Carolina State University Raleigh

In the past 50 years, sediments from major Asian rivers have sharply decreased 80-90% due to the increased human activities (like building dams, overusing water, or sand mining) and climatic changes. Many of those river deltas have been experiencing severe coastal erosions, like the Yellow, Red, Mekong, Chao Phraya, and Indus, etc. Most of these deltas have turned from constructive growing mode to destructive declining mode, for example, the Mekong Delta has shown overall negative net land gain starting ~ 2005. Our studies also show not only the deltaic shorelines are retreating, but also some delta’s subaqueous portions are under strong erosion, such as the Yangtze, Mekong, Chao Phraya and Indus, etc.

Keywords: river delta , sediment decrease , shoreline erosion , subsidence



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Matching trends in channel width, sinuosity, and depth along the fluvial to marine transition zone of tide-dominated river deltas: the need for a revision of depositional and hydraulic models

*Marcello Gugliotta[1], Yoshiki Saito[1]

1. Shimane University

Along their fluvial to marine transition zone, tide-dominated river deltas show upstream to downstream trends in channel width, sinuosity, and depth, which at present have been only partially reported. This review article aims to describe these morphological trends from five modern tide-dominated river deltas using original data collected from satellite images and bathymetric maps and published data from field surveys. All the studied channels show similar trends with two distinct tracts separated by areas of morphological changes. The upstream tracts are characterized by constant width, relatively high sinuosity, and seaward-increasing depth, and are mainly controlled by the fluvial dynamics. The downstream tracts are characterized by seaward-increasing width, relatively low sinuosity, and seaward-decreasing depth, and are mainly controlled by the tidal dynamics. The delineation of this morphological configuration of the channels is crucial to understand the responses of deltas to the interacting riverine and marine processes. Additionally, this has important implications for depositional and hydraulic models, and for the long-term evolution and the assessment of human-induced versus natural modifications of these systems.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of an Estuarine Dam on Sediment Flux Mechanisms in a Macrotidal Estuary

Steven Miguel Figueroa[1], *Guan-Hong Lee[1]

1. Inha University

Sediment flux convergence traps sediment in many estuaries of the world coast. This sediment flux can be decomposed into a mean-flow flux and correlation flux to better understand the mechanisms driving the sediment trapping in estuaries. Humans have modified and are modifying many natural estuarine systems, however it isn’ t well understood what affects humans can have on sediment flux mechanisms and flux convergence in altered estuaries. Geum Estuary is a shallow, macrotidal estuary on the eastern Yellow Sea which has experienced tidal amplification and enhanced depositional rates following the operation of an estuarine dam since 1994. Geum Estuary thus serves as a good case for studying decomposed sediment fluxes for a shallow, macrotidal estuary affected by an estuarine dam. To quantify the sediment fluxes, we measured current and acoustic backscatter profiles at 1.5 km and 6.5 km seaward of the estuarine dam in Geum Estuary, over a period of two neap-spring cycles during which six episodic dam discharges occurred. Suspended sediment concentration (SSC) was estimated from acoustic backscatter and sediment flux was computed as the product of current velocity and SSC. The flux was decomposed into a mean-flow flux and correlation flux using 36-hr Lanczos filters. Additionally, ship-borne surveys were conducted at the two stations seaward of the estuarine dam to investigate more closely the role of dam-induced horizontal salinity gradient and vertical stratification on sediment resuspension and flocculation tidal asymmetries. Results indicated landward flux at both moorings with a negative flux gradient indicating deposition. Landward directed correlation flux was the dominant term. Its magnitude was proportional to the tidal range and tidal asymmetry and was found to occur in the bottom boundary layer. Seaward directed mean-flow fluxes were caused by the episodic dam discharges. Their magnitude was proportional to the discharge volume and was greatest in the surface layer of the water column. At the seaward station, periodic stratification occurred following the dam discharge and resulted in tidal asymmetries in resuspension and flocculation providing evidence for landward flux due to tidal straining. Overall the data confirms that the estuarine dam controls the seaward mean-flow fluxes, and these fluxes are smaller when the dam is closed. Furthermore, the proportionality of the correlation flux with tidal range provides supports that the dam enhanced the landward correlation fluxes because of the tidal amplification effect. Finally, the tidal straining effect was confirmed to occur in a macrotidal estuary with an estuarine dam.

Keywords: estuary, sediment flux, tidal straining, dam discharge, anthropocene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Late Pleistocene sedimentary evolution of the north Jiangsu coastal plain revealed by OSL dating based chronostratigraphy

*Lei Gao[1], Hao Long[1], Ping Zhang[2], Toru Tamura[3,4], Ji Shen[1]

1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS,China, 2. Geological Survey of Jiangsu Province (GSJP), Key Lab of EFGD, Ministry of LR, China, 3. Geological Survey of Japan (GSJ), AIST, 4. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

In the past decades, many Chinese geoscientists carried out numerous research works to investigate the sedimentary history of the Jiangsu coastal plain. However, we still have limited understanding of history prior to the Holocene because of the lack of reliable chronology. In this study, we applied quartz optically stimulated luminescence dating (OSL) techniques to determine the ages of 11 sediment samples from a 30-m-long core (EGWY02) drilled from the north Jiangsu coastal plain. The sedimentary facies of the core were identified based on observation, grain-size analysis, colors and textures of sediments. The stratigraphy of the core was then correlated to three cores collected in the adjacent area (Zhang et al., 2010; Xia and Zhang, 2018). In our core, we identified two marine transgressive events T1 and T2 at intervals of 3-5 and 21-27 m deep, respectively. The timing of T1 and T2 were dated as 7.1±0.9 ka and > 77±6 ka, respectively. The interval of T1 is overlain by a littoral sedimentary facies deposited over the last 2 ka. Three layers of “stiff clay” (SC) were identified at depths of 1-2, 8-12 and 27-30 m and are interpreted terrestrial deposits. The first SC layer was dated about 1.8±0.1 ka while the second layer was between 44±3 ka and 72±6 ka. In addition, we recognized fluvial deposits at interval of 12-21 m deep, which was dated from 72 to 77 ka. A lacustrine layer was also identified at 5-8 m deep and dated as 41-44 ka. Our OSL dating application to the core EGWY02 thus clarified that the sedimentary succession represents two transgressive episodes in relation to the last interglacial (MIS 5) and post glacial periods (MIS 1), intervened by the terrestrial environments related to the MIS 4-2. Further application of the OSL dating to the subsurface sediment cores will unveil the pre-Holocene environmental changes in the Jiangsu coastal plain, which was possibly affected by the paleo-Yangtze River.

Keywords: OSL dating, Chronostratigraphy, The north Jiangsu coastal plain , Sedimentary evolution, Late Pleistocene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The sedimentary environments and provenance of the late Quaternary sediments, in South Yellow Sea shelf, eastern China

*Yong Yin[1]

1. School of Geography and Ocean Science, Nanjing University

The late Quaternary sedimentary systems are mainly controlled by sea-level changes, sediment supply and regional subsidence. The late Quaternary source materials of South Yellow Sea shelf were controlled by Yellow and Yangtze rivers. So sediment provenance is very important not only for “source to sink (S2S)” processes but also for land-sea interaction.

The South Yellow Sea is a semi-enclosed epicontinental sea between China to the west and Korea Peninsula to the east. Since the late Quaternary, the South Yellow Sea has experienced several eustatic sea-level changes and sediment supplies alternatively from old Yellow and Yangtze Rivers. Previous work did not documented the late Quaternary environments and sediment provenance in this region. Several boreholes are used: 1) to synthesize the long term sedimentary environments since the late Quaternary; 2) to discriminate the source materials and appraise the contribution of Yellow and Yangtze rivers; 3) to evaluate the driving forces controlling the formation of South Yellow Sea shelf.

The sedimentary facies analysis indicates the South Yellow Sea shelf experienced fluvial and tidal influenced fluvial environments during MIS6. Then the fluvial environment was replaced by tidal flat, estuary and delta front environments during the transgression taking place in MIS5. Delta front environments dominated the South Yellow Sea shelf during the transgression occurred in MIS3. During MIS2, the shelf was cut by network of valleys and filled with coarse materials within the fluvial channels and fine materials beyond the channels. During the Holocene, transgression environment developed in early period followed by tidal dominated coast to shelf environments in late period in South Yellow Sea shelf and estuary to delta environments in Yangtze River mouth area.

Detrital zircon U-Pb ages were employed to analyze the provenance of source materials. By comparison of Yangtze and Yellow rivers U-Pb age spectrum, the Yangtze River is characterized by 100~300Ma and 700~900Ma zircons and Yellow River is dominated by 300~500Ma and 1800~2000Ma zircons. The zircons younger than 150Ma merely found in Yangtze affiliated sediments and the zircons between 1300 and 1600 Ma only found in Yellow River affiliated sediments. For zircons between 1800 and 2000Ma and between 2200 and 2500Ma, the particles from Yellow River are more than those from Yangtze River. The results indicate the late Quaternary sediments are mostly from the old Yangtze River and occasionally influenced by Yellow River, e.g. during some periods in MIS6 and MIS2 and Holocene.

The core-recorded strata have revealed the study area experienced the similar estuary to delta processes in MIS 5 as the Yangtze delta in the Holocene. The deltaic successions dominate the South Yellow Sea shelf during the MIS 5 and MIS 3. The source province indicates the old Yangtze attributed a lot to delta sediments. Sea-level cycles and source material supplies play an important role in the late Quaternary coast and shelf successions.

Keywords: sedimentary environment , source provenance, deltaic successions, zircon U-Pb ages

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-CG26] デルタとエスチュアリー：複雑な河口システムへの学際的取り組み

コンビーナ:齋藤 文紀(島根大学エスチュアリー研究センター)、Guan-Hong Lee(Inha University)、David L Dettman(University of Arizona)、堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)

This session has foci on morphodynamics, material cycling, and sustainability in deltas and estuaries. We invite contributions that advance research on deltas and estuaries as complex river-mouth systems from modern and ancient examples, and that develop integrated frameworks for delta & estuary dynamics modeling on a broad range of temporal and spatial scales: from studies of coastal evolution over the Quaternary to small-scale sediment/material transport processes. We also invite physical processes studies based on field observations, numerical simulation and flume experiments. Finally, the conveners encourage contributions that promote data collection and sharing for both advancing science and local problem solving, that consider policy and governance issues linked to the sustainable development of deltas and estuaries, and that use in-situ and satellite data for modeling and risk assessment.

[HCG26-P01] Deltafront Clinoform of Abandoned Yellow River Delta in Jiangsu Province, China

*LIANGYONG ZHOU[1] (1.Qingdao Institute of Marine Geology China Geological Survey)

[HCG26-P02] Holocene evolution and Anthropocene destruction of the Krishna delta, east coast of India: delta lobe shifts, human impact, and sea-level history

Kakani Nageswara Rao[2]、*Yoshiki Saito[1]、K.Ch.V. Nagakumar[4]、Sumiko Kubo[3]、Shilpa Pandey[5]、 Zhen Li[6]、G. Demudu[2]、A.S. Rajawat[7] (1.Estuary Research Center, Shimane University、2.Andhra University、3.Waseda University、4.Centre for Water Resources and Management、5.Birbal Sahni Institute of Palaeosciences、6.University of Victoria、7.Space Applications Centre)

[HCG26-P03] 日本周辺の完新統中の海生生物遺体と陸生植物の放射性炭素年代値の差異

*中西 利典[1,2]、七山 太[3,4]、卜部 厚志[5]、堀 和明[6]、ホン ワン[7] (1.京都大学、2.日本原子力研究開発機構、3.産業技術総合研究所、4.熊本大学、5.新潟大学、6.名古屋大学、7.KIGAM)

[HCG26-P04] Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

*Jun-Ho Lee[1]、Han Jun Woo[1]、Hoi-Soo Jung[1]、Chan Mi Park[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[HCG26-P05] Tidal changes at Asian deltas in response to future sea-level rise

*上原 克人[1] (1.九州大学)

[HCG26-P06] A governing equation of non-deltaic transgressive profile: 2D numerical simulation and flume experiments

*Junhui Wang[1,2,3]、Tetsuji Muto[3] (1.China University of Petroleum (Beijing)、2.State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China、3.Nagasaki University)

Deltafront Clinoform of Abandoned Yellow River Delta in Jiangsu Province, China

*LIANGYONG ZHOU[1]

1. Qingdao Institute of Marine Geology China Geological Survey

The abandoned Yellow River delta in Jiangsu province is a major sediment supplier to the South Yellow Sea and East China Sea. In this study, comparison of historical maps, two cores and three seismic profiles were used to examine its deltafront clinoform (nearshore clinoform). The original historical maps and nautical charts since AD 1750s were collected and compared after calibration, showing the accretion of the shoreline before 1855, when the Yellow River shifted to the Bohai Sea. Near Sheyang River mouth, two 20m-long cores onshore (1 m above present sea level) and offshore (6 m bellow present sea level) were on a line normal to the shoreline. Samples og both cores were dated using AMS ^{14}C and OSL(Optical Stimulated Luminescence) dating technologies. Ages in bottoms of the cores are 43000 to 44000 cal yr BP. At approximate 17.5m bellow present sea level in both cores, yellow and younger (younger than 5000 yr BP) silt sediment occurs. Several young ages in upper part of two cores were obtained, and these show a clear clinoform pattern. Furthermore, seismic profiles across the offshore core show the deltafront clinoform. The upper part weak reflector or transparent part in seismic profiles become thinner seaward and the lower part is strong reflectors. Sea bottom nearshore show a convex shape, but the seaward low gradient part show erosional gullies. The evolution of the deltafront clinoform was revealed in profiles and in plan view.

Keywords: Abandoned Yellow River Delta, Deltafront clinoform, C-14 ages, OSL ages

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Holocene evolution and Anthropocene destruction of the Krishna delta, east coast of India: delta lobe shifts, human impact, and sea-level history

Kakani Nageswara Rao[2], *Yoshiki Saito[1], K.Ch.V. Nagakumar[4], Sumiko Kubo[3], Shilpa Pandey[5], Zhen Li[6], G. Demudu[2], A.S. Rajawat[7]

1. Estuary Research Center, Shimane University, 2. Andhra University, 3. Waseda University, 4. Centre for Water Resources and Management, 5. Birbal Sahni Institute of Palaeosciences, 6. University of Victoria, 7. Space Applications Centre

Holocene evolution of the Krishna delta was inferred using landform characteristics and 11 sediment cores with 59 Accelerator Mass Spectrometry ^{14}C dates. Landform assemblage in 5880 km^2area of the Krishna delta indicated the upper river-built fluvial plain and the lower marine-built beach-ridge delta plain with the maximum landwardbeach ridge located at~30 km from the shoreline separating the two plains. Sedimentary facies and their ages showed the Holocene marine sediment overlying the Pleistocene basement and progressively thickened seaward from <10 m to 25 m below the present sea level. The basal mangrove peat layers indicated that the sea level rose from −9 m to −3 m during 8.3–6.3 cal ky BP before stabilizing at the present level around 5 cal ky BP.
Considering the spatiotemporal variations of sediment facies and sediment accumulation rates and the configuration of the palaeo beach ridges (former shorelines), we surmised five major stages in the growth of 3539 km^2area of the Krishna delta beach-ridge plain during the last 6 cal ky BP with distinct lateral and seaward migration of delta lobes (depocentre shifts). Delta progradation was accelerated in the last 500 years, forming an out-building lobate delta. However, predominant erosion along the sediment-starved Krishna delta front coast during the past 50 years, due to impoundment of the riverine inputs at the burgeoning upstream dams pushed the Krishna delta into a persistent a destruction phase after ~6,000 years of delta progradation.

Keywords: Beach-ridge plain, Sedimentary facies, Delta lobes, Coastal erosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本周辺の完新統中の海生生物遺体と陸生植物の放射性炭素年代値の差異
Offset in radiocarbon ages between marine bioclast and terrestrial plant pairs in the Holocene sediments around Japan

*中西 利典[1,2]、七山 太[3,4]、卜部 厚志[5]、堀 和明[6]、ホン ワン[7]
*Nakanishi Toshimichi[1,2], Futoshi Nanayama[3,4], Atsushi Urabe[5], Kazuaki Hori[6], Wan Hong[7]

1. 京都大学、2. 日本原子力研究開発機構、3. 産業技術総合研究所、4. 熊本大学、5. 新潟大学、6. 名古屋大学、7. KIGAM
1. Kyoto Univ., 2. JAEA, 3. AIST, 4. Kumamoto Univ., 5. Niigata Univ., 6. Nagoya Univ., 7. KIGAM

放射性炭素（^{14}C）の海洋リザーバー効果の時空間変化を評価するために，日本周辺の完新統で同層準から採取した植物片と海生生物遺体の^{14}C年代値を比較検討する研究を進めてきた（Nakanishi et al. 2013, 2015, 2017abc）．これまで得られた100～10,200 cal BPのリザーバー年代は60～1100年であり，核実験以前に生成された試料から得られた値よりも明らかに大きなバラツキを持つことが示された．このことは地質や考古の海成試料の^{14}C年代値を編年する際には，現世の海洋リザーバー効果の補正だけでは不十分なことを示している．また，海洋リザーバー効果は，デルタやエスチュアリーといった複雑な河口システムの影響も反映していると考えられる．黒潮と対馬海流の影響する地域の間の海洋リザーバー効果の時間変化を直接的に捉えるために，宿毛平野，宮崎平野および隠岐諸島において採取した試料を検討した．それらの結果を大分平野，博多湾および韓国沿岸における既存研究の結果（Nakanishi et al. 2013, 2015, 2017abc）と比較する．この研究の一部に日本学術振興会の科学研究費補助金，基盤研究（B）18H01310を使用いたしました．

引用文献

Nakanishi T, Hong W, Sung KS, Lim J. 2013. Radiocarbon reservoir effect from shell and plant pair in Holocene sediments around the Yeongsan River in Korea. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 294: 444–51.

Nakanishi T, Hong W, Sung KS, Sung KH, Nakashima R. 2015. Offsets in radiocarbon ages between plants and shells from same horizons of coastal sediments in Korea. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 361: 670–9.

Nakanishi T, Hong W, Shimoyama S, Sato S, Park G, Lee JG. 2017a. Radiocarbon age offset between shell and plant pairs in the Holocene sediments under the Hakata Bay, western Japan. *Radiocarbon* 59 (2): 423–34.

Nakanishi T, Hong W, Sung KS, Nakashima R, Nahm WH, Lim J, Katsuki K. 2017b. Offset in radiocarbon age between plant and shell pairs in Holocene sediment around the Mae-ho Lagoon on the eastern coast of Korea. *Quaternary International* 447: 3–12.

Nakanishi T, Takemura K, Matsuyama H, Shimoyama S, Hong W, Okuno M. 2017c. Activity of the Funai fault and radiocarbon age offsets of shell and plant pairs from the latest Pleistocene to Holocene sediments beneath the Oita Plain, western Japan. *Radiocarbon* 59(6): 1737–48.

キーワード：放射性炭素年代、海洋リザーバー効果、完新世、黒潮
Keywords: Radiocarbon age, Marine reservoir effect, Holocene, Kuroshio Current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

*Jun-Ho Lee[1], Han Jun Woo[1], Hoi-Soo Jung[1], Chan Mi Park[1]

1. Korea Institute of Ocean Science and Technology

The Nakdong River has a length of nearly 510 km, with a drainage basin of around 23,400 km^2 in South Korea. The Nakdong River Estuary (NRE) in Busan city is a typical example of an estuary in which the throughput is manipulated artificially. The Noksan barrage, built in 1934, blocks the flow of the West Nakdong River, and the NRE barrage was completed between 1983 and 1987 to regulate the flow of the East Nakdong River. With the construction of several huge industrial complexes on reclaimed land near the NRE barrage in the last 65 years, the hydraulic circulation in the NRE has undergone dramatic changes in river discharge and geomorphic configuration, such as the formation of a series of barrier islands. In this study, marine environmental information system (MEIS) data collected after May 2015 were applied to support marine spatial planning (MSP) in the brackish water zone of NRE. The MEIS data in NRE consists of landscape classification of sub-environments, surface sediment distributions, characteristics of suspended sediment, short-term sedimentation, stratification index analysis in channels, closed circuit television (CCTV) using 4G long term evolution (LTE), automatic weather stations (AWS) in real time, calculated residual flow (R_f), net suspended sediment loads (Q_S), and net suspended sediment flux (F_S) in main stream inlet using mooring station, *etc*. The NRE could be divided into areas continuously managed by government, marine protected areas, areas for the development of marine attractions, areas conserved for research education, and coastal areas subject to safety management, e*tc*. For MSP, it was possible to use comparative data of the characteristics of environmental changes in the estuarine watershed to prepare the NRE for the partial opening or drainage extension in 2019 to 2021. This study aims to discuss how to predict environmental change after partial or full opening in NRE barrage and use ecological-based environmental maps in the process of MSP. The development of marine spatial planning mapping in NRE is much necessary for the nation at a time when the diversity of marine use and the demand for policies regarding marine space rapidly increase.

Keywords: Barrage, Busan, Estuary, Marine Environmental Information System, Marine Spatial Planning, Nakdong River Estuary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

Jun-Ho Lee[1] · Han Jun Woo[1] · Hoi-Soo Jung[1] · Chan Mi Park[1]

[1]Korean Seas Geosystem Research Unit, Korea Institute of Ocean Science & Technology, 385 Yeongdo, Busan 49111, Republic of Korea

The Nakdong River has a length of nearly 510 km, with a drainage basin of around 23,400 km^2 in South Korea. The Nakdong River Estuary (NRE) in Busan city is a typical example of an estuary in which the throughput is manipulated artificially. The Noksan barrage, built in 1934, blocks the flow of the West Nakdong River, and the NRE barrage was completed between 1983 and 1987 to regulate the flow of the East Nakdong River. With the construction of several huge industrial complexes on reclaimed land near the NRE barrage in the last 65 years, the hydraulic circulation in the NRE has undergone dramatic changes in river discharge and geomorphic configuration, such as the formation of a series of barrier islands. In this study, marine environmental information system (MEIS) data collected after May 2015 were applied to support marine spatial planning (MSP) in the brackish water zone of NRE. The MEIS data in NRE consists of landscape classification of sub-environments, surface sediment distributions, characteristics of suspended sediment, short-term sedimentation, stratification index analysis in channels, closed circuit television (CCTV) using 4G long term evolution (LTE), automatic weather stations (AWS) in real time, calculated residual flow (R_f), net suspended sediment loads (Q_S), and net suspended sediment flux (F_S) in main stream inlet using mooring station, *etc*. The NRE could be divided into areas continuously managed by government, marine protected areas, areas for the development of marine attractions, areas conserved for research education, and coastal areas subject to safety management, *etc*. For MSP, it was possible to use comparative data of the characteristics of environmental changes in the estuarine watershed to prepare the NRE for the partial opening or drainage extension in 2019 to 2021. This study aims to discuss how to predict environmental change after partial or full opening in NRE barrage and use ecological-based environmental maps in the process of MSP. The development of marine spatial planning mapping in NRE is much necessary for the nation at a time when the diversity of marine use and the demand for policies regarding marine space rapidly increase.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tidal changes at Asian deltas in response to future sea-level rise

*上原 克人[1]
*Katsuto Uehara[1]

1. 九州大学
1. Kyushu University

A numerical model has been employed to assess the impact of sea level rise on tidal regimes in the East China Sea and the South China Sea with a special interest on tidal changes at around the deltaic region where the elevation is low and coasts are vulnerable to changes in water levels. The model covers the East and South China seas as a whole with a spatial resolution of 2 minutes (approx. 3 km). A preliminary result for the East China Sea suggests recognizable changes in the amplitude of M2 tides and M2 tidal currents at region such as Hangzhou Bay, the Changjiang Estuary and Haizhou Bay when the sea-level was raised by 1 m. Off the Changjiang Estuary, for example, tidal velocity increased for more than 10 cm/s at deep channels while decreased by about 5 cm/s on shoals. These results indicate that the sea-level rise may alter equilibrium among water currents and seafloor and modify the bottom topography of large estuaries and subaquatic deltas through the induced changes in tides and tidal currents.

キーワード：潮汐、中国海、海面上昇
Keywords: tides, china sea, sea level rise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A governing equation of non-deltaic transgressive profile: 2D numerical simulation and flume experiments

*Junhui Wang[1,2,3], Tetsuji Muto[3]

1. China University of Petroleum (Beijing), 2. State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China, 3. Nagasaki University

An alluvial river subject to relative sea level rise has a critical length (L_{crt}), beyond which the river can no longer sustain deltaic sedimentation but behaves to develop an estuarine environment. In such cases, there occurs non-deltaic rapid transgression. It is not difficult to imagine that non-deltaic transgression is pervasive in geological records, since most of the world large rivers would have “over-extended” to as far as the shelf edges during glacial or lowstand sea level periods. The configuration of non-deltaic transgressive profiles deserves a study because (1) it would provide a criterion for identifying non-deltaic transgression in the past and thus the fact of over-extension of the feeder alluvial river, and (2) it would constrain arguments on sediment transportation to the deep-water depositional systems.

Suppose that a river has an over-extended alluvial length of L ($>>L_{crt}$). During non-deltaic transgression, all the sediment fed by the river is consumed for alluvial aggradation and thus allocated in the subaerial realm. On the assumption that the supplied sediment is evenly distributed along the river profile which is approximately regarded as linear and has an averaged slope of α, the local transgressive slope Ψcan be expressed as:

$$\Psi = \alpha L / [L - \Lambda_{2D}(1+\alpha^2)^{0.5}] \quad (1)$$

We set an x–z coordinate system (x: basinward horizontal, z: vertical) that originates from the intersection of the initial horizontal line and the hinterland profile. Let x to be positive downstream and z to be positive upward. Equation 1 can be rewritten as:

$$\Psi_{x,z} = \alpha(\gamma x+z) / [(\gamma x+z) - \Lambda_{2D}(\gamma-\alpha)] \quad (2)$$

where $\gamma$is the averaged hinterland slope.

Equation 2 can be regarded as the derivative function of the governing equation of the non-deltaic transgressive profile, which can be expressed as:

$$\partial \eta_{x,z} / \partial x = \alpha(\gamma x+z) / [(\gamma x+z) - \Lambda_{2D}(\gamma-\alpha)] \quad (3)$$

where $\eta_{x,z}$ denotes the non-deltaic transgressive profile expressed as the pathway of shoreline. Note that sediment compaction is not considered.

Equation 3 can hardly be solved analytically but by numerical simulation. The solutions that we have obtained indicate that $\eta_{x,z}$ takes a concave-upward geometry with upstream-increasing gradient.

To test our numerical model, a series of 2D physical experiments was performed at Nagasaki University. The experiments were conducted using a 4 m-long and 2.0 cm-wide, open flume, from the upstream end of which sediment and water were fed at constant rates. Before each experimental run, we built a sufficiently long river profile inside the flume, to model the initial over-extended alluvial river ($L >> L_{crt}$). The initial river lengths were different by runs (L_0, ranging from 120–350 cm) and were set to be within a range of 0.139–0.158 (α). The hinterland slope was set as a constant value of 0.612 (γ). In each run, there occurred non-deltaic transgression as soon as base level started to rise.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Any of the resulting profiles of non-deltaic transgression shows a concave-upward geometry. The downstream end of the profile was tangent to the initial river profile (thus $\alpha \sim \Psi$). To the upstream, Ψ gradually increased, and approached a value as large as γ when the alluvial river was sufficiently shortened. The non-deltaic transgressive profiles generated in the experiments match well with the numerical model, implying that equation 3 can account for the non-deltaic transgressive profile in nature.

Keywords: Autostratigraphy, Non-deltaic transgressive profile, Numerical simulation, Flume experiments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-CG26] デルタとエスチュアリー：複雑な河口システムへの学際的取り組み

コンビーナ:齋藤 文紀(島根大学エスチュアリー研究センター)、Guan-Hong Lee(Inha University)、David L Dettman(University of Arizona)、堀 和明(名古屋大学環境学研究科地理学講座)

This session has foci on morphodynamics, material cycling, and sustainability in deltas and estuaries. We invite contributions that advance research on deltas and estuaries as complex river-mouth systems from modern and ancient examples, and that develop integrated frameworks for delta & estuary dynamics modeling on a broad range of temporal and spatial scales: from studies of coastal evolution over the Quaternary to small-scale sediment/material transport processes. We also invite physical processes studies based on field observations, numerical simulation and flume experiments. Finally, the conveners encourage contributions that promote data collection and sharing for both advancing science and local problem solving, that consider policy and governance issues linked to the sustainable development of deltas and estuaries, and that use in-situ and satellite data for modeling and risk assessment.

[HCG26-P01] Deltafront Clinoform of Abandoned Yellow River Delta in Jiangsu Province, China

*LIANGYONG ZHOU[1] (1.Qingdao Institute of Marine Geology China Geological Survey)

[HCG26-P02] Holocene evolution and Anthropocene destruction of the Krishna delta, east coast of India: delta lobe shifts, human impact, and sea-level history

Kakani Nageswara Rao[2]、*Yoshiki Saito[1]、K.Ch.V. Nagakumar[4]、Sumiko Kubo[3]、Shilpa Pandey[5]、 Zhen Li[6]、G. Demudu[2]、A.S. Rajawat[7] (1.Estuary Research Center, Shimane University、2.Andhra University、3.Waseda University、4.Centre for Water Resources and Management、5.Birbal Sahni Institute of Palaeosciences、6.University of Victoria、7.Space Applications Centre)

[HCG26-P03] 日本周辺の完新統中の海生生物遺体と陸生植物の放射性炭素年代値の差異

*中西 利典[1,2]、七山 太[3,4]、卜部 厚志[5]、堀 和明[6]、ホン ワン[7] (1.京都大学、2.日本原子力研究開発機構、3.産業技術総合研究所、4.熊本大学、5.新潟大学、6.名古屋大学、7.KIGAM)

[HCG26-P04] Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

*Jun-Ho Lee[1]、Han Jun Woo[1]、Hoi-Soo Jung[1]、Chan Mi Park[1] (1.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[HCG26-P05] Tidal changes at Asian deltas in response to future sea-level rise

*上原 克人[1] (1.九州大学)

[HCG26-P06] A governing equation of non-deltaic transgressive profile: 2D numerical simulation and flume experiments

*Junhui Wang[1,2,3]、Tetsuji Muto[3] (1.China University of Petroleum (Beijing)、2.State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China、3.Nagasaki University)

Deltafront Clinoform of Abandoned Yellow River Delta in Jiangsu Province, China

*LIANGYONG ZHOU[1]

1. Qingdao Institute of Marine Geology China Geological Survey

The abandoned Yellow River delta in Jiangsu province is a major sediment supplier to the South Yellow Sea and East China Sea. In this study, comparison of historical maps, two cores and three seismic profiles were used to examine its deltafront clinoform (nearshore clinoform). The original historical maps and nautical charts since AD 1750s were collected and compared after calibration, showing the accretion of the shoreline before 1855, when the Yellow River shifted to the Bohai Sea. Near Sheyang River mouth, two 20m-long cores onshore (1 m above present sea level) and offshore (6 m bellow present sea level) were on a line normal to the shoreline. Samples og both cores were dated using AMS ^{14}C and OSL(Optical Stimulated Luminescence) dating technologies. Ages in bottoms of the cores are 43000 to 44000 cal yr BP. At approximate 17.5m bellow present sea level in both cores, yellow and younger (younger than 5000 yr BP) silt sediment occurs. Several young ages in upper part of two cores were obtained, and these show a clear clinoform pattern. Furthermore, seismic profiles across the offshore core show the deltafront clinoform. The upper part weak reflector or transparent part in seismic profiles become thinner seaward and the lower part is strong reflectors. Sea bottom nearshore show a convex shape, but the seaward low gradient part show erosional gullies. The evolution of the deltafront clinoform was revealed in profiles and in plan view.

Keywords: Abandoned Yellow River Delta, Deltafront clinoform, C-14 ages, OSL ages

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Holocene evolution and Anthropocene destruction of the Krishna delta, east coast of India: delta lobe shifts, human impact, and sea-level history

Kakani Nageswara Rao[2], *Yoshiki Saito[1], K.Ch.V. Nagakumar[4], Sumiko Kubo[3], Shilpa Pandey[5], Zhen Li[6], G. Demudu[2], A.S. Rajawat[7]

1. Estuary Research Center, Shimane University, 2. Andhra University, 3. Waseda University, 4. Centre for Water Resources and Management, 5. Birbal Sahni Institute of Palaeosciences, 6. University of Victoria, 7. Space Applications Centre

Holocene evolution of the Krishna delta was inferred using landform characteristics and 11 sediment cores with 59 Accelerator Mass Spectrometry ^{14}C dates. Landform assemblage in 5880 km^2area of the Krishna delta indicated the upper river-built fluvial plain and the lower marine-built beach-ridge delta plain with the maximum landwardbeach ridge located at~30 km from the shoreline separating the two plains. Sedimentary facies and their ages showed the Holocene marine sediment overlying the Pleistocene basement and progressively thickened seaward from <10 m to 25 m below the present sea level. The basal mangrove peat layers indicated that the sea level rose from −9 m to −3 m during 8.3–6.3 cal ky BP before stabilizing at the present level around 5 cal ky BP.
Considering the spatiotemporal variations of sediment facies and sediment accumulation rates and the configuration of the palaeo beach ridges (former shorelines), we surmised five major stages in the growth of 3539 km^2area of the Krishna delta beach-ridge plain during the last 6 cal ky BP with distinct lateral and seaward migration of delta lobes (depocentre shifts). Delta progradation was accelerated in the last 500 years, forming an out-building lobate delta. However, predominant erosion along the sediment-starved Krishna delta front coast during the past 50 years, due to impoundment of the riverine inputs at the burgeoning upstream dams pushed the Krishna delta into a persistent a destruction phase after ~6,000 years of delta progradation.

Keywords: Beach-ridge plain, Sedimentary facies, Delta lobes, Coastal erosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本周辺の完新統中の海生生物遺体と陸生植物の放射性炭素年代値の差異
Offset in radiocarbon ages between marine bioclast and terrestrial plant pairs in the Holocene sediments around Japan

*中西 利典[1,2]、七山 太[3,4]、卜部 厚志[5]、堀 和明[6]、ホン ワン[7]
*Nakanishi Toshimichi[1,2], Futoshi Nanayama[3,4], Atsushi Urabe[5], Kazuaki Hori[6], Wan Hong[7]

1. 京都大学、2. 日本原子力研究開発機構、3. 産業技術総合研究所、4. 熊本大学、5. 新潟大学、6. 名古屋大学、7. KIGAM
1. Kyoto Univ., 2. JAEA, 3. AIST, 4. Kumamoto Univ., 5. Niigata Univ., 6. Nagoya Univ., 7. KIGAM

放射性炭素（^{14}C）の海洋リザーバー効果の時空間変化を評価するために，日本周辺の完新統で同層準から採取した植物片と海生生物遺体の^{14}C年代値を比較検討する研究を進めてきた（Nakanishi et al. 2013, 2015, 2017abc）．これまで得られた100～10,200 cal BPのリザーバー年代は60～1100年であり，核実験以前に生成された試料から得られた値よりも明らかに大きなバラツキを持つことが示された．このことは地質や考古の海成試料の^{14}C年代値を編年する際には，現世の海洋リザーバー効果の補正だけでは不十分なことを示している．また，海洋リザーバー効果は，デルタやエスチュアリーといった複雑な河口システムの影響も反映していると考えられる．黒潮と対馬海流の影響する地域の間の海洋リザーバー効果の時間変化を直接的に捉えるために，宿毛平野，宮崎平野および隠岐諸島において採取した試料を検討した．それらの結果を大分平野，博多湾および韓国沿岸における既存研究の結果（Nakanishi et al. 2013, 2015, 2017abc）と比較する．この研究の一部に日本学術振興会の科学研究費補助金，基盤研究（B）18H01310を使用いたしました．

引用文献

Nakanishi T, Hong W, Sung KS, Lim J. 2013. Radiocarbon reservoir effect from shell and plant pair in Holocene sediments around the Yeongsan River in Korea. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 294: 444–51.

Nakanishi T, Hong W, Sung KS, Sung KH, Nakashima R. 2015. Offsets in radiocarbon ages between plants and shells from same horizons of coastal sediments in Korea. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 361: 670–9.

Nakanishi T, Hong W, Shimoyama S, Sato S, Park G, Lee JG. 2017a. Radiocarbon age offset between shell and plant pairs in the Holocene sediments under the Hakata Bay, western Japan. *Radiocarbon* 59 (2): 423–34.

Nakanishi T, Hong W, Sung KS, Nakashima R, Nahm WH, Lim J, Katsuki K. 2017b. Offset in radiocarbon age between plant and shell pairs in Holocene sediment around the Mae-ho Lagoon on the eastern coast of Korea. *Quaternary International* 447: 3–12.

Nakanishi T, Takemura K, Matsuyama H, Shimoyama S, Hong W, Okuno M. 2017c. Activity of the Funai fault and radiocarbon age offsets of shell and plant pairs from the latest Pleistocene to Holocene sediments beneath the Oita Plain, western Japan. *Radiocarbon* 59(6): 1737–48.

キーワード：放射性炭素年代、海洋リザーバー効果、完新世、黒潮
Keywords: Radiocarbon age, Marine reservoir effect, Holocene, Kuroshio Current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

*Jun-Ho Lee[1], Han Jun Woo[1], Hoi-Soo Jung[1], Chan Mi Park[1]

1. Korea Institute of Ocean Science and Technology

The Nakdong River has a length of nearly 510 km, with a drainage basin of around 23,400 km^2 in South Korea. The Nakdong River Estuary (NRE) in Busan city is a typical example of an estuary in which the throughput is manipulated artificially. The Noksan barrage, built in 1934, blocks the flow of the West Nakdong River, and the NRE barrage was completed between 1983 and 1987 to regulate the flow of the East Nakdong River. With the construction of several huge industrial complexes on reclaimed land near the NRE barrage in the last 65 years, the hydraulic circulation in the NRE has undergone dramatic changes in river discharge and geomorphic configuration, such as the formation of a series of barrier islands. In this study, marine environmental information system (MEIS) data collected after May 2015 were applied to support marine spatial planning (MSP) in the brackish water zone of NRE. The MEIS data in NRE consists of landscape classification of sub-environments, surface sediment distributions, characteristics of suspended sediment, short-term sedimentation, stratification index analysis in channels, closed circuit television (CCTV) using 4G long term evolution (LTE), automatic weather stations (AWS) in real time, calculated residual flow (R_f), net suspended sediment loads (Q_S), and net suspended sediment flux (F_S) in main stream inlet using mooring station, *etc*. The NRE could be divided into areas continuously managed by government, marine protected areas, areas for the development of marine attractions, areas conserved for research education, and coastal areas subject to safety management, e*tc*. For MSP, it was possible to use comparative data of the characteristics of environmental changes in the estuarine watershed to prepare the NRE for the partial opening or drainage extension in 2019 to 2021. This study aims to discuss how to predict environmental change after partial or full opening in NRE barrage and use ecological-based environmental maps in the process of MSP. The development of marine spatial planning mapping in NRE is much necessary for the nation at a time when the diversity of marine use and the demand for policies regarding marine space rapidly increase.

Keywords: Barrage, Busan, Estuary, Marine Environmental Information System, Marine Spatial Planning, Nakdong River Estuary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessment of MEIS for Marine Spatial Planning in the Nakdong River Estuary, Busan Metropolitan City, South Korea

Jun-Ho Lee[1] · Han Jun Woo[1] · Hoi-Soo Jung[1] · Chan Mi Park[1]

[1]Korean Seas Geosystem Research Unit, Korea Institute of Ocean Science & Technology, 385 Yeongdo, Busan 49111, Republic of Korea

The Nakdong River has a length of nearly 510 km, with a drainage basin of around 23,400 km^2 in South Korea. The Nakdong River Estuary (NRE) in Busan city is a typical example of an estuary in which the throughput is manipulated artificially. The Noksan barrage, built in 1934, blocks the flow of the West Nakdong River, and the NRE barrage was completed between 1983 and 1987 to regulate the flow of the East Nakdong River. With the construction of several huge industrial complexes on reclaimed land near the NRE barrage in the last 65 years, the hydraulic circulation in the NRE has undergone dramatic changes in river discharge and geomorphic configuration, such as the formation of a series of barrier islands. In this study, marine environmental information system (MEIS) data collected after May 2015 were applied to support marine spatial planning (MSP) in the brackish water zone of NRE. The MEIS data in NRE consists of landscape classification of sub-environments, surface sediment distributions, characteristics of suspended sediment, short-term sedimentation, stratification index analysis in channels, closed circuit television (CCTV) using 4G long term evolution (LTE), automatic weather stations (AWS) in real time, calculated residual flow (R_f), net suspended sediment loads (Q_S), and net suspended sediment flux (F_S) in main stream inlet using mooring station, *etc*. The NRE could be divided into areas continuously managed by government, marine protected areas, areas for the development of marine attractions, areas conserved for research education, and coastal areas subject to safety management, *etc*. For MSP, it was possible to use comparative data of the characteristics of environmental changes in the estuarine watershed to prepare the NRE for the partial opening or drainage extension in 2019 to 2021. This study aims to discuss how to predict environmental change after partial or full opening in NRE barrage and use ecological-based environmental maps in the process of MSP. The development of marine spatial planning mapping in NRE is much necessary for the nation at a time when the diversity of marine use and the demand for policies regarding marine space rapidly increase.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tidal changes at Asian deltas in response to future sea-level rise

*上原 克人[1]
*Katsuto Uehara[1]

1. 九州大学
1. Kyushu University

A numerical model has been employed to assess the impact of sea level rise on tidal regimes in the East China Sea and the South China Sea with a special interest on tidal changes at around the deltaic region where the elevation is low and coasts are vulnerable to changes in water levels. The model covers the East and South China seas as a whole with a spatial resolution of 2 minutes (approx. 3 km). A preliminary result for the East China Sea suggests recognizable changes in the amplitude of M2 tides and M2 tidal currents at region such as Hangzhou Bay, the Changjiang Estuary and Haizhou Bay when the sea-level was raised by 1 m. Off the Changjiang Estuary, for example, tidal velocity increased for more than 10 cm/s at deep channels while decreased by about 5 cm/s on shoals. These results indicate that the sea-level rise may alter equilibrium among water currents and seafloor and modify the bottom topography of large estuaries and subaquatic deltas through the induced changes in tides and tidal currents.

キーワード：潮汐、中国海、海面上昇
Keywords: tides, china sea, sea level rise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A governing equation of non-deltaic transgressive profile: 2D numerical simulation and flume experiments

*Junhui Wang[1,2,3], Tetsuji Muto[3]

1. China University of Petroleum (Beijing), 2. State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China, 3. Nagasaki University

An alluvial river subject to relative sea level rise has a critical length (L_{crt}), beyond which the river can no longer sustain deltaic sedimentation but behaves to develop an estuarine environment. In such cases, there occurs non-deltaic rapid transgression. It is not difficult to imagine that non-deltaic transgression is pervasive in geological records, since most of the world large rivers would have “over-extended” to as far as the shelf edges during glacial or lowstand sea level periods. The configuration of non-deltaic transgressive profiles deserves a study because (1) it would provide a criterion for identifying non-deltaic transgression in the past and thus the fact of over-extension of the feeder alluvial river, and (2) it would constrain arguments on sediment transportation to the deep-water depositional systems.

Suppose that a river has an over-extended alluvial length of L ($>>L_{crt}$). During non-deltaic transgression, all the sediment fed by the river is consumed for alluvial aggradation and thus allocated in the subaerial realm. On the assumption that the supplied sediment is evenly distributed along the river profile which is approximately regarded as linear and has an averaged slope of α, the local transgressive slope Ψcan be expressed as:

$$\Psi = \alpha L / [L - \Lambda_{2D}(1+\alpha^2)^{0.5}] \quad (1)$$

We set an x–z coordinate system (x: basinward horizontal, z: vertical) that originates from the intersection of the initial horizontal line and the hinterland profile. Let x to be positive downstream and z to be positive upward. Equation 1 can be rewritten as:

$$\Psi_{x,z} = \alpha(\gamma x+z) / [(\gamma x+z) - \Lambda_{2D}(\gamma-\alpha)] \quad (2)$$

where $\gamma$is the averaged hinterland slope.

Equation 2 can be regarded as the derivative function of the governing equation of the non-deltaic transgressive profile, which can be expressed as:

$$\partial \eta_{x,z} / \partial x = \alpha(\gamma x+z) / [(\gamma x+z) - \Lambda_{2D}(\gamma-\alpha)] \quad (3)$$

where $\eta_{x,z}$ denotes the non-deltaic transgressive profile expressed as the pathway of shoreline. Note that sediment compaction is not considered.

Equation 3 can hardly be solved analytically but by numerical simulation. The solutions that we have obtained indicate that $\eta_{x,z}$ takes a concave-upward geometry with upstream-increasing gradient.

To test our numerical model, a series of 2D physical experiments was performed at Nagasaki University. The experiments were conducted using a 4 m-long and 2.0 cm-wide, open flume, from the upstream end of which sediment and water were fed at constant rates. Before each experimental run, we built a sufficiently long river profile inside the flume, to model the initial over-extended alluvial river ($L >> L_{crt}$). The initial river lengths were different by runs (L_0, ranging from 120–350 cm) and were set to be within a range of 0.139–0.158 (α). The hinterland slope was set as a constant value of 0.612 (γ). In each run, there occurred non-deltaic transgression as soon as base level started to rise.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Any of the resulting profiles of non-deltaic transgression shows a concave-upward geometry. The downstream end of the profile was tangent to the initial river profile (thus $\alpha \sim \Psi$). To the upstream, Ψ gradually increased, and approached a value as large as γ when the alluvial river was sufficiently shortened. The non-deltaic transgressive profiles generated in the experiments match well with the numerical model, implying that equation 3 can account for the non-deltaic transgressive profile in nature.

Keywords: Autostratigraphy, Non-deltaic transgressive profile, Numerical simulation, Flume experiments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 301B 3F

[H-CG27] 混濁流:発生源から堆積物・地形形成まで

コンビーナ:横川 美和(大阪工業大学情報科学部)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、泉 典洋(北海道大学大学院工学研究院)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:横川 美和(大阪工業大学)、泉 典洋(北海道大学)

最近の観測技術の発展、アナログ・数値実験ならびに理論解析の進展により、混濁流やそのベッ
ドフォームについてそのダイナミックな実態がわかりつつある。また、これらを地層記録に適用
することにより、広い意味でのタービダイトの理解が進んできた。そのトリガーやソースによっ
て、流れの性質が異なり、これはすなわち、混濁流が作る地形や堆積物の違いをもたらす。自然
災害の影響評価、資源開発、地層・地形形成の理解など、様々な場面において、混濁流について
様々な分野から得られる知識の統合が必要である。この国際セッションでは、現地観測、アナロ
グ・数値実験、理論解析、地層解析など、あらゆる分野・手法での混濁流へのアプローチを歓迎
する。

9:00 ~ 9:15

[HCG27-01] Inverse analysis of turbidity currents using two dimensional shallow water model

*成瀬 元[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

9:15 ~ 9:30

[HCG27-02] 深度学習によるタービダイト逆解析手法の実験的検証

*Cai Zhirong[1]、成瀬 元[1]、姚 奇峰[1] (1.京都大学)

9:30 ~ 9:45

[HCG27-03] Conditions for development of depositional submarine channels: examination by flume experiments

*Justine Poppeschi[1]、Kazushi Nakata[1]、Hajime Naruse[1] (1.Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University)

9:45 ~ 10:00

[HCG27-04] Cyclic steps formed by long-runout turbidity currents

*Zhuyuan Wu[1]、Norihiro Izumi [1] (1.Hokkaido University)

10:00 ~ 10:15

[HCG27-05] 表層堆積物の再懸濁は地震起源混濁流発生のより普遍的なメカニズムか？南海トラフ西端と日本海溝の海底コアの放射性炭素年代測定から

*池原 研[1]、金松 敏也[3]、Tobias Schwestermann[2]、喜岡 新[2]、Michael Strasser[2] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.インスブルック大学、3.海洋研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[HCG27-06] 日本海溝海溝軸の表層浅部イベント層序

*Kioka A.[1]、Schwestermann T.[1]、Moernaut J.[1]、Ikehara K.[2]、Kanamatsu T.[3]、Strasser M.[1,4] (1.インスブルック大学、2.産業技術総合研究所、3.海洋研究開発機構、4.ブレーメン大学)

Inverse analysis of turbidity currents using two dimensional shallow water model

Inverse analysis of turbidity currents using two dimensional shallow water model

*成瀬 元[1]
*Hajime Naruse[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

Quantitative reconstruction of flow properties from turbidites is a long-standing problem in deep-sea sedimentology. If this is realized, magnitudes of past hazardous events may be estimated from geologic records containing seismo-(tsunami-)generated turbidites. Also, entire geometry of turbidite reservoir can be inferred by flow reconstruction. Thus, inverse analysis of turbidity currents contributes to disaster-risk assessment, and is of economic importance. Here we propose a new methodology to reconstruct flow properties of turbidity currents from three-dimensional geometry of deposits. In this method, a two-dimensional shallow-water model of turbidity currents was employed as the forward model. Numerical simulation was repeated to obtain horizontal distribution of thickness of turbidites under various initial conditions, and then this synthetic data set was used for supervised training of a deep-learning neural network (DNN). After the training phase finished, DNN properly estimated initial conditions of turbidity currents (e.g. initial flow height, velocity, etc.) from artificial test data set that was also produced from the forward model. To summarize, the machine learning produced the inverse model of turbidity currents that can estimate paleo-hydraulic conditions from synthetic or ancient turbidites. In previous methods, the computational cost of two dimensional model was too high to be employed as the forward model for turbidite inversion. On the other hand, our methodology can reconstruct initial conditions of turbidity currents instantaneously. Although production of the training data set requires 1000s times repetition of calculation, the problem of calculation efficiency can be easily solved by using PC cluster. In future study, it is expected to apply the new methodology to actual turbidites measured in 3D seismic profiles or by high-resolution sampling on modern sea floor.

キーワード：sediment gravity flow、turbidite、inverse analysis、machine learning
Keywords: sediment gravity flow, turbidite, inverse analysis, machine learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深度学習によるタービダイト逆解析手法の実験的検証
Inverse Analysis of Experimental Scale Turbidity Currents by Deep Learning Neural Network

*Cai Zhirong[1]、成瀬 元[1]、姚 奇峰[1]
*Cai Zhirong[1], Hajime Naruse[1], Qifeng Yao[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

In this study, inverse analysis of turbidite deposited in flume experiments will be performed using a new machine learning method. The results of inverse analysis will serve to verify the accuracy of the machine learning method.

Understanding of the hydraulic conditions of turbidity current remains limited due to its destructive nature and its unpredictable occurrences. Thus, the inverse analysis of turbidity currents from ancient deposits of submarine fans is required for estimating the conditions of flows in the natural environments.

In the past, inverse modeling of turbidity currents was done in a trial and error fashion by adjusting initial conditions of numerical models, which is high in calculation load, making such technique very expensive and highly impractical. Naruse (2017 AGU Fall Meeting) developed a completely new method for inverse analysis of turbidity currents using a deep learning neural network. In this method, training data is generated by a numerical model, and a neural network for reconstructing hydraulic conditions of turbidity currents from turbidite is produced by machine learning of the training dataset. However, validity of this new inverse model has not yet been tested in actual deposits. Therefore, this study aims to verify the method by flume experiments.

Currently, the initial conditions of a dataset produced by a flume experiment sized forward model program is used to test the applicability of the neural network method when applied to flume experiment size data. Three thousand sets of training data were fed into the neural network as training data. Another two hundred separate cases were used as test data to verify the accuracy of prediction by neural network. Result shows initial flow velocity can be predicted relatively accurately. The initial concentrations of the finer grain size class and the initial flow height was partially reconstructed. The flow duration, the coarser grain size classes and the slopes within the flume could not be predicted. After tuning of the neural network and the forward model, the neural network trained for flume sized data will be applied to flume experiment results.

キーワード：水槽実験、機械学習、混濁流
Keywords: Machine Learning, Flume Experiment, Turbidite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Conditions for development of depositional submarine channels: examination by flume experiments

*Justine Poppeschi[1], Kazushi Nakata[1], Hajime Naruse[1]

1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

Although submarine channels are ubiquitously observed in various submarine fans, it is also known that submarine fans lacking continuous leveed channels are common depending on regions. However, the governing parameters to determine this diversity in developments of leveed channels has not been clarified yet. This is because there has been no previous researches that successfully reproduced depositional leveed channel topography in experimental flumes. Therefore, the formative conditions of depositional submarine channels have not been clarified yet. Here, we conducted flume experiments, aiming to reproduce depositional submarine channels for understanding their formative conditions. As a result, we succeeded to form experimental topography that resemble natural depositional submarine channels showing a ceiling river structure with levees in all five experiments. Comparing the experimental topography with the actual submarine fans, the relative depth of the experimental channel was slightly shallow, but features such as the spatial variation of the channel width showed similar trends to those of the actual submarine channels. Thus, we imply that purely depositional submarine channels can be formed without presence of precursor of erosive features. Furthermore, experimental conditions of this study were in the region where the previous study predicted that submarine channels cannot be formed, suggesting that further investigation is needed to discover the governing parameters for developments of submarine leveed channels.

Keywords: turbidity currents, flume experiment, submarine fan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cyclic steps formed by long-runout turbidity currents

*Zhuyuan Wu[1], Norihiro Izumi [1]

1. Hokkaido University

It has been found that a variety of submarine morphology such as submarine fans, submarine rivers, and submarine canyons, has been formed by turbidity currents which travel relatively long distance (long-run out turbidity currents). The long-run out turbidity currents have a number of features similar to open channel flow. They have an equilibrium (or quasi-equilibrium at least) state, and are accompanied by hydraulic jumps when they transition from supercritical to subcritical flow regimes. In this research, with the use of the assumption that an equilibrium state can be achieved in the high-concentrated lower layer near the bottom of long-run out turbidity currents, we propose an analytical model with the use of the layer-averaged governing equations, which reproduces cyclic steps with relatively long wavelengths accompanied by periodic internal hydraulic jumps.

Integrating the Reynolds-averaged Navier-Stokes equations and continuity equation over the high concentrated lower layer, we obtain the boundary layer approximated (layer-averaged) momentum and continuity equations. In the integration, it is possible to simplify the governing equations by ignoring the entertainment from the top of the high concentrated lower layer with the assumption that the Reynolds stress becomes almost zero and the shear stress almost vanishes there. In addition to the momentum equations and continuity equation, we employ the diffusion/dispersion equation of suspended sediment, and the continuity equation of sediment (Exner equation).

The unknown variables in the problem are four: the velocity, the layer thickness, the layer-averaged suspended sediment concentration, and the bed elevation. The governing equations are the layer-averaged momentum and continuity equations, the layer-averaged diffusion/dispersion equation of suspended sediment, and the continuity equation of sediment (Exner equation). The boundary conditions for this problem are that the momentum has to be continuous before and after each hydraulic jump. More specifically, the velocity and the layer thickness have to satisfy the jump condition before and after each jump. In addition, the suspended sediment concentration has to be continuous at the jump.

We solve the problem numerically, and obtain the wavelengths of steps. The wavelength of a long-run out turbidity current is determined by the thickness of the high-concentration layer near the bottom. It is shown that the wavelengths obtained in the analysis agree relatively well with the observation.

Keywords: cyclic steps, turbidity currents, submarine bedform

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

表層堆積物の再懸濁は地震起源混濁流発生のより普遍的なメカニズムか？南海トラフ西端と日本海溝の海底コアの放射性炭素年代測定から
Is surface sediment remobilization more popular mechanism for generating earthquake-induced turbidity current? Evidence of radiocarbon dates from the westernmost Nankai and Japan Trench subduction zones

*池原 研[1]、金松 敏也[3]、Tobias Schwestermann[2]、喜岡 新[2]、Michael Strasser[2]
*Ken Ikehara[1], Toshiya Kanamatsu[3], Tobias Schwestermann[2], Arata Kioka[2], Michael Strasser[2]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、2. インスブルック大学、3. 海洋研究開発機構
1. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Universität Innsbruck, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Deep-sea turbidite has been used for reconstructing past large earthquake history. Surface sediment remobilization is a relatively new idea for generating earthquake-induced turbidite, although submarine landslide has been considered as major mechanism for earthquake-induced turbidite deposition. Surface sediment remobilization has been reported from the Chilean lakes, forearc slopes along the Nankai and Japan Trench subduction zones. However, the detailed mechanism of surface sediment resuspension, remobilization and initiation of turbidity current is still unknown. For better understanding of the mechanism, it is important to understand the spatio-temporal occurrence of surface sediment remobilization. We obtained some cores from a small basin on the forearc slope in Hyuga-nada off Kyushu, and the Japan Trench floor. Fine-grained turbidites were found in the cores. Paired radiocarbon dates of the turbidite muds and hemipelagic muds between the turbidites show only small age differences. This indicates that it is unnecessary to occur bathymetry-scale (with >several meters bathymetric change) submarine landslides by earthquake ground shaking for generation of the turbidites. Large surface sediment resuspension by earthquake ground shaking at the sedimented slope near the depositional area (basin) is thought to be an important process for repeated deposition of earthquake-induced turbidites in the basin.

キーワード：surface sediment remobilization、turbidite、earthquake、radiocarbon dating
Keywords: surface sediment remobilization, turbidite, earthquake, radiocarbon dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海溝海溝軸の表層浅部イベント層序
Shallow-subsurface event stratigraphy along the hadal trench axis of the Japan Trench

*Kioka A.[1]、Schwestermann T.[1]、Moernaut J.[1]、Ikehara K.[2]、Kanamatsu T.[3]、Strasser M.[1,4]
*A. Kioka[1], T. Schwestermann[1], J. Moernaut[1], K. Ikehara[2], T. Kanamatsu[3], M. Strasser[1,4]

1. インスブルック大学、2. 産業技術総合研究所、3. 海洋研究開発機構、4. ブレーメン大学
1. Universität Innsbruck, Austria, 2. GSJ-AIST, Japan, 3. JAMSTEC, Japan, 4. MARUM-U. Bremen, Germany

The giant AD 2011 Tohoku-oki earthquake has been documented to remobilize a wide area of surface sediment, redistributing from the slope into the >7 km deep Japan Trench forming distinct event deposits in hadal terminal basins (Ikehara et al., 2016; Kioka et al., 2019). Other than the 2011 earthquake, similarly large earthquakes are historically known along the Japan Trench, and respective deposits have been described in recent studies from cores retrieved from the Japan Trench (Ikehara et al., 2016). Yet, little is understood about (i) the temporal and spatial distribution of event deposits along the entire trench axis, (ii) how the spatial extent may link to the rupture area of historically-reported earthquakes, and (iii) whether older deposits may indicate prehistoric large earthquakes along the Japan Trench. We herein study dm-scale vertical resolution subbottom profiler data acquired during 2012–2018 using PARASOUND and TOPAS recording systems installed on R/Vs Sonne and Shinsei-Maru over the entire Japan Trench area (36.0˚–40.5˚N), in order to investigate the event-stratigraphic distribution of acoustically-transparent layers that represent sediment remobilization event deposits. The subbottom profiler data generally record well up to ~40 m below the seafloor. Transparent bodies of the upper ~10 m correlate well to event layers reported from sediment cores linked to major historic earthquake such as the AD 2011 Tohoku-oki, AD 1454 Kyotoku, and AD 869 Jogan events. Mapping of these event deposits in the spatially-extensive subbottom profiler data allows to study the spatial distribution of these events and its comparison to their reconstructed rupture areas. Furthermore, the lower part of the hitherto only acoustically-imaged stratigraphic succession of isolated trench-floor basins along the Japan Trench also documents several thick acoustically-transparent bodies. Preliminary interpretation suggests several of the bodies could be event deposits triggered by old large earthquakes. While ground-truth of this interpretation and absolute dating requires long coring efforts in the ultra-deep Japan Trench, our study yields relative stratigraphic information and quantitative constraints of along strike variation of sediment volumes redistributed by episodic events along the Tohoku seismogenic margin.

キーワード：日本海溝、超深海、イベント堆積物、海底地形、サブボトムプロファイラー
Keywords: Japan Trench, Hadal zone, Event deposit, Bathymetry, Subbottom profiler (SBP)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 301B 3F

[H-CG27] 混濁流:発生源から堆積物・地形形成まで

コンビーナ:横川 美和(大阪工業大学情報科学部)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、泉 典洋(北海道大学大学院工学研究院)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)、座長:成瀬 元(Kyoto University)、池原 研(産総研)

最近の観測技術の発展、アナログ・数値実験ならびに理論解析の進展により、混濁流やそのベッ
ドフォームについてそのダイナミックな実態がわかりつつある。また、これらを地層記録に適用
することにより、広い意味でのタービダイトの理解が進んできた。そのトリガーやソースによっ
て、流れの性質が異なり、これはすなわち、混濁流が作る地形や堆積物の違いをもたらす。自然
災害の影響評価、資源開発、地層・地形形成の理解など、様々な場面において、混濁流について
様々な分野から得られる知識の統合が必要である。この国際セッションでは、現地観測、アナロ
グ・数値実験、理論解析、地層解析など、あらゆる分野・手法での混濁流へのアプローチを歓迎
する。

10:45 ~ 11:07

[HCG27-07] Canyon changes caused by an earthquake-triggered turbidity current in the 2016 M7.8 Kaikōura Earthquake, New Zealand

★Invited Papers

*Joshu J Mountjoy[1]、Jamie D Howarth[2]、Alan R Orpin[1]、Philip M Barnes[1]、David A Bowden[1]、Ashley A Rowden[1]、Alexander C. G. Schimel[1]、Caroline Holden[3]、Huw J Horgan[2]、Scott D Nodder[1]、Jayson R Patton[4]、Geoffroy Lamarche[1,5]、Matt Gerstenberger[3]、Aaron Micallef[6]、Arne Pallentin[1]、Tim Kane[1] (1.NIWA, Wellington. New Zealand、2.VUW, Wellington. New Zealand、3.GNS Science, Lower Hutt. New Zealand、4.HSU, Arcata CA. USA、5.UoA, Auckland. New Zealand、6.UoM, Msida. Malta)

11:07 ~ 11:29

[HCG27-08] Far More Prolonged Deep-sea Turbidity Currents triggered by typhoon and earthquake in the Gaoping Submarine Canyon

★Invited Papers

*Yanwei Zhang[1]、Zhifei Liu[1]、Yulong Zhao[1]、Xiaodong Zhang[1] (1.Tongji University)

11:29 ~ 11:51

[HCG27-09] **Filling the gap between turbidity current processes and products in British Columbia fjords**

★Invited Papers

*Sophie Hage[1,2,3] (1.School of Ocean and Earth Sciences, University of Southampton, United Kingdom、2.National Oceanography Centre Southampton, United Kingdom、3.Department of Geography, Durham University, United Kingdom)

11:51 ~ 12:13

[HCG27-10] **Sediment transfer from shelf to abyss through giant ganyons and valleys system in deep-sea carbonate slopes (Bahamas)**

★Invited Papers

*Thierry Mulder[1]、Hervé Gillet[1]、Vincent Hanquiez[1]、Audrey Recouvreur[1]、Kelly Fauquembergue[1]、Johan Le Goff[2]、John J.G. Reijmer[2]、Emmanuelle Ducassou[1]、Margot Joumes、Thibault Cavailhes[1]、Elsa Tournadour[5]、Jean Borgomano[3]、Emmanuelle Poli[4] (1.University of Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, Allée Geoffroy Saint Hilaire, Pessac, France、2.King Fahd Univ. of Petroleum. and Minerals, Dhahran, Saudi Arabia.、3.Aix Marseille University, CNRS, IRD, Collège de France, CEREGE, Aix-en-Provence, France.、4.Total, CSTJF, avenue Larribau, Pau, France、5.Ifremer, Centre de Brest, Plouzané)

12:13 ~ 12:15

Discussion

Canyon changes caused by an earthquake-triggered turbidity current in the 2016 M7.8 Kaikōura Earthquake, New Zealand

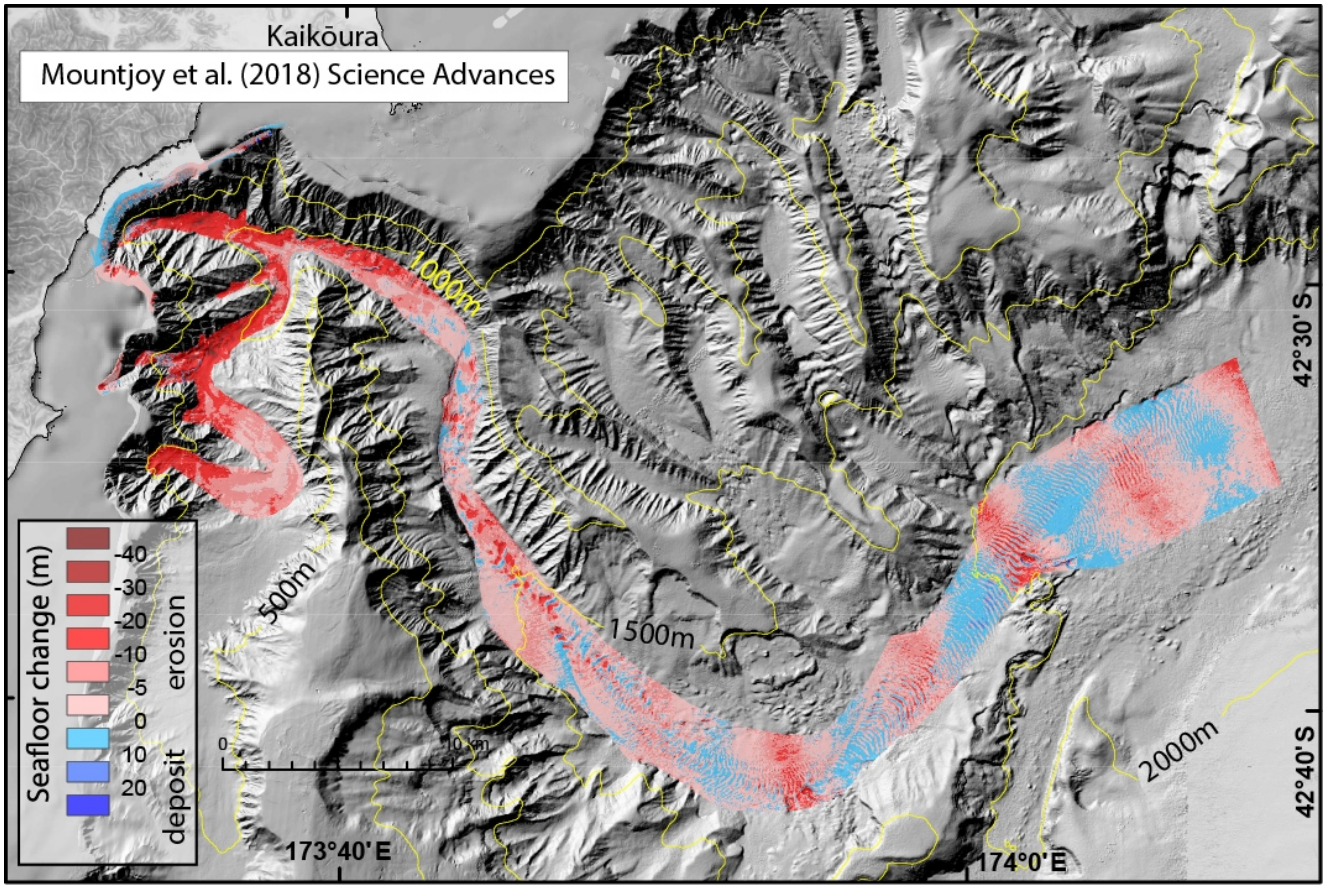
*Joshu J Mountjoy[1], Jamie D Howarth[2], Alan R Orpin[1], Philip M Barnes[1], David A Bowden[1], Ashley A Rowden[1], Alexander C. G. Schimel[1], Caroline Holden[3], Huw J Horgan[2], Scott D Nodder[1], Jayson R Patton[4], Geoffroy Lamarche[1,5], Matt Gerstenberger[3], Aaron Micallef[6], Arne Pallentin[1], Tim Kane[1]

1. NIWA, Wellington. New Zealand, 2. VUW, Wellington. New Zealand, 3. GNS Science, Lower Hutt. New Zealand, 4. HSU, Arcata CA. USA, 5. UoA, Auckland. New Zealand, 6. UoM, Msida. Malta

Based on repeat seafloor measurements and samples we show that the M_w 7.8 November 2016 Kaikōura earthquake (New Zealand) triggered widespread landslides in a large-scale bedrock submarine canyon. These landslides initiated a powerful “canyon-flushing” event and turbidity current that travelled > 680 km along one of the world’s longest deep-sea channels, the Hikurangi Channel. To our knowledge these observations provide the first direct quantification of seafloor landscape change and large-scale sediment transport associated with an earthquake-triggered full canyon flushing event. Our results augment observations from smaller scale turbidites confined to large submarine canyons (e.g. repeat surveying in Monterey Canyon) that move stored material within canyons but do not export sediment to the deep ocean or erode into underlying substrate. The inter-event period for the Kaikōura Canyon flushing event, calculated from back analysis of triggering strong ground motion, is ~140 years. Combined with observed erosion into bedrock this indicates a canyon incision rate of 40 mm y^{-1}, substantially higher than most terrestrial rivers. Significant geomorphic change occurred within the canyon including erosion up to 60m depth in the upper canyon, scour hole formation, and down canyon movement of mega-scale bedforms constructed of gravel-boulder sized sediments. The event synchronously transferred 850 Mt of sediment and 7 Mt organic carbon to the deep ocean. Our observations demonstrate that earthquake-triggered canyon flushing is a primary driver of submarine canyon development and material transfer from active continental margins to the deep ocean.

Keywords: submarine canyon, earthquake, multibeam bathymetry, submarine landslide, seafloor erosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Far More Prolonged Deep-sea Turbidity Currents triggered by typhoon and earthquake in the Gaoping Submarine Canyon

*Yanwei Zhang[1], Zhifei Liu[1], Yulong Zhao[1], Xiaodong Zhang[1]

1. Tongji University

Submarine turbidity currents are argued to deliver more sediment along their long-runout propagation than other dynamic processes from shelf to deep sea. The *in situ* temporal and spatial features of turbidity currents are urgently required for a better quantitative constraints on sediment transport and deposition in the deep sea. Here, we document yearlong direct monitoring of turbidity currents in the middle reach at a water depth of 1265 m and the lower reach at 2425 m on the margin of the Gaoping Submarine Canyon off Taiwan, which has the wettest typhoons and active earthquakes. Both the two moorings (~35 km apart) were equipped with sediment traps and various sensors to collect particles consecutively with 18 days interval and to record velocity, sediment concentration, temperature and salinity with 20 min interval. Seven turbidity currents are identified consistently at these two reaches with enhanced sediment flux, which was recorded by a time-series sediment trap at 30 m above the seafloor. By combining the atmospheric measurements and earthquake data, four turbidity currents are triggered by the four powerful typhoons crossed Taiwan during typhoon season in boreal summer 2015, and one event is attributed to the M_L 6.5 Kaohsiung earthquake in southern Taiwan in February 2016. The two types of turbidity currents associated with individual typhoon and earthquake show a sustained duration ranging from 9 to 41 days, far more prolonged than the longest documented deep-sea turbidity currents (~10 days) in other locations. The flow velocity observed on the margin (~0.2 m/s) is much weaker than that in the thalweg of the canyon (> 5.8 m/s) inferred from the break of cables. For the first time, our observation provides the variability of the timing and hydrographic properties of the turbidity currents triggered by individual mechanisms for better constraints on flow capacity and sediment redistribution.

Keywords: in situ mooring observation, prolonged turbidity currents, typhoon and earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Filling the gap between turbidity current processes and products in British Columbia fjords

*Sophie Hage[1,2,3]

1. School of Ocean and Earth Sciences, University of Southampton, United Kingdom, 2. National Oceanography Centre Southampton, United Kingdom, 3. Department of Geography, Durham University, United Kingdom

Turbidity currents are one of the volumetrically most important processes to transfer sediments from land to sea. Fast-moving, powerful turbidity currents can damage seafloor infrastructure and carve submarine channels. These submarine channels feed deep sea fans, which are the largest sediment accumulations on Earth. Such huge sediment accumulations sequester organic carbon over geologic timescales and are thus thought to play a role in the global carbon cycle. Despite the global significance of turbidity currents, the link between flow processes (e.g. triggering mechanisms, seafloor erosion) and depositional products is still poorly constrained. This lack of knowledge is mainly due to the difficulty to monitor flows and to directly sample the associated deposits to these flows. Here we present direct observations of turbidity currents and their deposits in two Canadian fjords: Howe Sound and Bute Inlet in British Columbia. As these two fjords are connected at their head to glacier-fed rivers, they are excellent sites to study the transport and fate of particles from land to submarine sites. Using these new observations, this talk will cover three research themes: 1) How do dilute river plumes generate turbidity currents? 2) What is the depositional architecture/facies resulting from supercritical turbidity currents and crescentic bedforms? 3) How are organic carbon mixtures distributed in turbidites and what are the implications for the carbon cycle?

Keywords: turbidity current, turbidite, organic carbon, crescentic bedforms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sediment transfer from shelf to abyss through giant ganyons and valleys system in deep-sea carbonate slopes (Bahamas)

*Thierry Mulder[1], Hervé Gillet[1], Vincent Hanquiez[1], Audrey Recouvreur[1], Kelly Fauquembergue[1], Johan Le Goff[2], John J.G. Reijmer[2], Emmanuelle Ducassou[1], Margot Joumes, Thibault Cavailhes[1], Elsa Tournadour[5], Jean Borgomano[3], Emmanuelle Poli[4]

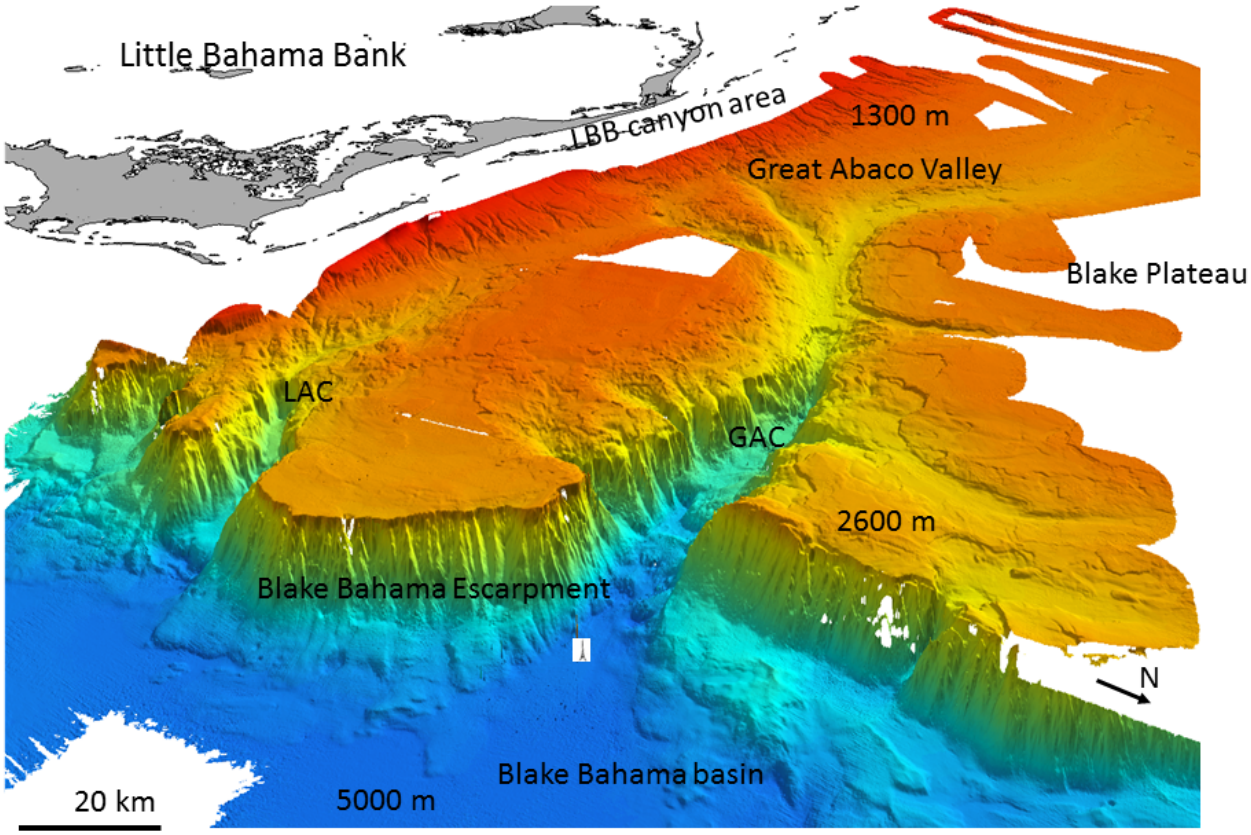
1. University of Bordeaux, UMR CNRS 5805 EPOC, Allée Geoffroy Saint Hilaire, Pessac, France, 2. King Fahd Univ. of Petroleum. and Minerals, Dhahran, Saudi Arabia., 3. Aix Marseille University, CNRS, IRD, Collège de France, CEREGE, Aix-en-Provence, France., 4. Total, CSTJF, avenue Larribau, Pau, France, 5. Ifremer, Centre de Brest, Plouzané

Bahamas are one of the rare present-day study areas in the world that allows to understand carbonate particle transfer from platform to deep-sea. A lot of ancient (DSDP/ODP, Bacar cruises) and recent (Carambar Cruises) dataset have been collected from 30 m to 5,000 m water depth. It includes high-resolution multibeam mapping, backscatter imaging, very-high resolution seismics and gravity cores. These new high-resolution data expose in great details the deep-water sedimentary system in the southern part of Exuma Sound (ES) and the northern part of Little Bahama Bank (LBB, Bahamas). The data reveal the detailed and complex morphology of giant valleys like the Great and Little Abaco canyons (GAC and LAC) along the LBB slope, the Great Bahama Canyon between LBB and Eleuthera Island, being the deepest canyon in the world, and the Exuma Valley/Canyon in the ES area. In all cases, present-day off-bank transport is initiated by two ways: (1) When a cold atmospheric front occurs, high-density, cold surface water sinks and entrains fine-grained particles through density cascading. This process is at the origin of the deposition of the Holocene Prograding Wedge that began to form 13.6 ka ago with a maximum growing at 4 ka when the platform was flooded. (2) During hurricanes when the fine-grained particles deposited on the shelf are resuspended and pushed off the platform through tidal passes. There, acceleration of tidal currents generates tidal flushing. On the LBB smooth slopes, coarse-grained particles (ooids and bioclasts) are trapped in tidal deltas and only fine-grained carbonate particles reach the upper slope. In Exuma area, steeper slopes allow transfer of coarse-grained particles that reach the ES slope and finally supply coarse-grained (bioclasts-rich) turbidity currents and concentrated/hyperconcentrated flows that are channeled down to the Atlantic Abyssal Plain though giant valleys. Along the valley, they form classical spill-over levee deposits. Four of these large valleys extending parallel to the shelf are presented. They all probably extend along structural directions. In GAC, finely-grained sediments originate essentially from the canyon flanks, driven by sediment slides as well as many secondary slope gullies and smaller tributaries. In LAC, gullies directly drain the upper LBB slope providing coarser particles. In the Exuma Valley/Canyon, a part of the material comes from the slope of adjacent islands and cays through small-scale gravity processes and mass failures. A substantial part of the sediments also originate from along-slope sediment flow erosion. In all areas, the valleys abruptly turn into deep canyons incising the Bahama Escarpment (BE). The canyons link the LBB and ES sedimentary systems to the deep abyssal plain of the Western North Atlantic where water depth exceeds 5,000 m. The transition occurs through major knickpoints with outsized chutes exceeding several hundred of meters in height. The sudden transformation from a wide valley to a deep narrow canyon occurs as a result of flow erosion of the underlying lower Cretaceous carbonate platform stack. Huge hydraulic jumps as well as enormous and permanent plunge pools and related deposits were identified at the transition. Dissolution processes in the carbonate deposits may also play a part in the formation of theses outsized plunge pools. In ES, the high kinetic flow energy constrained by narrow and deeply incised canyon formed a wide fan-shaped channel-levee complex on the abyssal plain. The latter is made up of coarse-grained carbonate turbidites and concentrated density-flow deposits that are mixed with fine-grained siliciclastics transported along

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the BE by the energetic Western Boundary Undercurrent. Conversely the canyon mouth of the LBB system only reveals a small channeled lobe. Seismic data on this system at water depth > 4500 show the distalmost deposits are younger than mid-Miocene, suggesting that the activity of the canyon is very recent.

Keywords: Turbidity currents, Carbonate slope, giant canyons, Bahamas, Plunge pools



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[H-CG27] 混濁流:発生源から堆積物・地形形成まで

コンビーナ:横川 美和(大阪工業大学情報科学部)、成瀬 元(京都大学大学院理学研究科)、泉 典洋(北海道大学大学院工学研究院)、池原 研(産業技術総合研究所地質情報研究部門)

最近の観測技術の発展、アナログ・数値実験ならびに理論解析の進展により、混濁流やそのベッ
ドフォームについてそのダイナミックな実態がわかりつつある。また、これらを地層記録に適用
することにより、広い意味でのタービダイトの理解が進んできた。そのトリガーやソースによっ
て、流れの性質が異なり、これはすなわち、混濁流が作る地形や堆積物の違いをもたらす。自然
災害の影響評価、資源開発、地層・地形形成の理解など、様々な場面において、混濁流について
様々な分野から得られる知識の統合が必要である。この国際セッションでは、現地観測、アナロ
グ・数値実験、理論解析、地層解析など、あらゆる分野・手法での混濁流へのアプローチを歓迎
する。

[HCG27-P01] The Huapinghsu Canyon (SW East China Sea): morphology and sedimentary processes

*Cheng-Shing Chiang[1]、Ho-Shing Yu[2] (1.National Museum of Natural Science, Taiwan、2.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan)

[HCG27-P02] 細粒タービダイトによる南海トラフ地震履歴解明に向けた基礎的研究

*奥津 なつみ[1]、芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[HCG27-P03] Flood-induced sediment gravity-flow deposits in varved diatomites

*佐々木 華[1]、石原 与四郎[2] (1.福岡大学大学院 理学研究科、2.福岡大学 理学部)

[HCG27-P04] 兵庫県淡路島南部に分布する上部白亜系和泉層群のタービダイト砂岩にみられる平行葉理の特徴

*奥田 朱音[1]、成瀬 元[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

[HCG27-P05] Sediment wave formation on slope base environments: an example of the Neogene Aoshima Formation, Miyazaki Prefecture, Southwest Japan

岩尾 汐莉[1]、大西 由梨[2]、*石原 与四郎[1]、横川 美和[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科地球科学分野、2.応用地質、3.大阪工業大学情報科学部)

[HCG27-P06] A flume experiment on sedimentary structures and grain size distribution of cyclic steps formed by surge-type turbidity currents

*横川 美和[1]、藤田 和紀[1]、森 勇[1]、Robert Fernandez[2]、Matt Czapiga[3]、John Berrens[4]、Jeffrey Kwang[4]、内藤 健介[4]、Gary Parker[4]、泉 典洋[5]、成瀬 元[6] (1.大阪工業大学情報科学部、2.University of Hull、3.Technical University of Delft、4.University of Illinois、5.Hokkaido University、6.Kyoto University)

The Huapinghsu Canyon (SW East China Sea): morphology and sedimentary processes

*Cheng-Shing Chiang[1], Ho-Shing Yu[2]

1. National Museum of Natural Science, Taiwan, 2. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

The Haupinghsu Canyon (also known as the Mienhua Canyon) is a multi-head submarine canyon which indents the shelf in the southwestern part of the East China Sea. Using seismic reflection sections and bathymetric mapping, we reveal erosive sedimentary processes responsible for entrenched thalweg and sediment dispersal of the canyon that are closely related to turbidity currents in the canyon during the late Pleistocene. The canyon system consists of three distinct units: (1) tributary canyon heads which cut into the shelf, (2) wide trough cut by entrenched thalweg, and (3) narrow V-shaped canyon with steep walls on the slope.

The Haupinghsu Canyon head incises into the shelf for a relatively long distance of about 100 km. During the last lowstand of the East China Shelf the canyon head was located in an area with sediment supply close to the paleo-river mouths. The second segment of the upper reach is dominated by a deeply incised canyon pathway with trough-like morphology. Canyon morphology is interpreted as a result of erosive sediment flows along the entrenched thalweg that caused downcutting into the canyon floor. We infer that erosive flows in the canyon resulted from hyperpycnal currents at the river mouths during periods of lowstand sea level. Moreover, sediment-gravity flows may be generated from the collapse of V-shaped canyon walls that may be over-steepened by tectonic deformation.

Keywords: Haupinghsu Canyon, turbidity current, East China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

細粒タービダイトによる南海トラフ地震履歴解明に向けた基礎的研究
Towards understanding the seismic history of the Nankai Trough using fine-grained turbidites

*奥津 なつみ[1]、芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[1]
*Natsumi Okutsu[1], Juichiro Ashi[1], Asuka Yamaguchi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. The University of Tokyo

海底堆積物中のタービダイトを用いた古地震研究は，北米西海岸沖をはじめ多くの海域で行われており，様々な成果があげられてきている．タービダイトの特徴や堆積様式は，堆積物の種類や地震動の規模，海底地形により異なるため，タービダイトを用いた地震履歴推定のためには，海域毎での堆積構造・物性・化学組成などの情報の集積と特徴の抽出が重要となる．しかし，南海トラフでは津波堆積物といった陸上の堆積物を用いた古地震研究例が豊富に存在している一方，タービダイトなどの海底堆積物を用いた例は非常に限られている．そこで本研究は，南海トラフにおける細粒タービダイトの特徴をまとめたうえで，非破壊かつ効率的な認定手法の検討を行った．更に，南海トラフの熊野沖と日向沖の各タービダイトの堆積年代と各海域における既知の地震発生年代との関連について議論した．

使用したサンプルは熊野沖および日向沖より採取された9本のコア試料である．これらのコア試料に対して，肉眼観察，X線CT画像による内部構造解析に加え，平均CT値の算出，磁気測定，粒度分析，XRFコアスキャナーITRAXを用いた非破壊化学組成分析などを行った．各層の年代決定は，有孔虫の放射性炭素年代測定と火山灰層の同定に基づき行った．

熊野沖の細粒タービダイトは，下位から上位にかけて，CT値が低く化学組成ではFeの正のピークを示す粗粒シルト層（以下KL2），CT値が高く化学組成ではCa，Srの正のピークを示すシルト層（以下KL3，KL4），生物擾乱を受けた粘土層あるいは無構造の粘土層から構成される．X線CT画像上ではKL3，4が基底層のように見えるが，実際にはKL2が基底層であることが各種分析結果との対比の結果明らかになった．細粒タービダイトの認定にはX線CTスキャナーの利用は有用であるが，基底層を見誤る可能性が示され，真の基底層の推定にXRFコアスキャナーが有効であることが示された．また，軽度の生物擾乱の場合，Ca，Feのピークは堆積構造が破壊されCT画像において確認が困難なタービダイトでも認められるため，XRFコアスキャナーの使用は生物擾乱を受けた場合でも有効であることが示された．熊野沖のタービダイトの堆積年代と既知の地震発生年代は概ね対応しているため，試料には地震履歴が欠けずに記録されている可能性が示された．日向沖の細粒タービダイトの化学組成は熊野沖と異なり，火山起源の物質の影響を受けている．日向沖で採取された試料のうち大淀海丘麓の高まりで得られたコア試料は，その地形的条件から陸上河川の影響を受けにくいと考えられ，タービダイトは地震動により堆積したものが主になると推定される．この試料で得られた放射性炭素年代値は，最も若い年代でも約1,1000 cal yr BPであり，既知の地震履歴と比較できなかった．同コア試料より推定される発生間隔に関しては，一本の試料より推定されたものではあるが平均700年間隔であった．

キーワード：タービダイト、混濁流、南海トラフ
Keywords: turbidites, turbidity currents, The Nankai Trough

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Flood-induced sediment gravity-flow deposits in varved diatomites

*佐々木 華[1]、石原 与四郎[2]
*Hana Sasaki[1], Yoshiro Ishihara[2]

1. 福岡大学大学院 理学研究科、2. 福岡大学 理学部
1. Graduate School of Science, Fukuoka University, 2. Department of Science, Fukuoka University

Based on differences between inflows and lake water, lacustrine sediment gravity-flows induced by floods can classified as hyperpycnal flows along the bottom of lakes, homopycnal flows mixed with lake water, and hypopycnal flows that spread along lake surfaces. Lacustrine sediment gravity-flow deposits that show an inversely grading unit overlain by a normally grading unit have been recognized as hyperpycnites. A depositional model is presented where the lower inversely grading unit is deposited during an increasing phase of the flow followed by the upper normally grading unit overlaying in a decreasing phase of the flow. That process based sedimentary model established in marine environments has been applied to sandy inflow deposits of lakes. However, there are only a few reports of fine-grained hyperpycnites, and there is no consideration of lateral facies changes associated with sediment processes of silty hyperpycnites. Also, there is no observation associated with homopycnites and hypopycnites, although these deposits are expected in a depositional setting, including hyperpycnite. In this study, we described detailed sedimentary facies of hyperpycnite, homopycnite, and hypopycnite from lacustrine varved deposits considering their sedimentary processes. We examined several formations including the Hiruzenbara Formation in Maniwa City, Okayama Prefecture, which can easily be used to define flood- and slope-failure deposits. The formation deposited in the paleo-Hiruzenbara Lake includes varved diatomite with more than 95% fossil diatoms. Therefore, inflow materials can be easily identified in the formation. Fine-grained hyperpycnites identified in this study show a set of normally grading and inversely grading units or a normal grading unit. As previously discussed, it is suggested that these deposits are deposited in an increasing phase of inflow followed by a decreasing phase of inflow. The deposit of a normally grading unit is deposited from a flow completely eroding the lower unit. Due to the occurrence of rip-up clasts, the lower inversely grading unit might erode the lower layer; whereas, the upper normally grading unit is suggested to be dominated by more depositional flows that have a higher organic matter content. Hyperpycnites tend to thin out toward the downstream ward and change their sedimentary facies with the occurrence of rip-up clasts and organic matter. Fine-grained homopycnite and hypopycnite are present as structureless thin deposits of less than 1 mm composed of inflows of fine materials with no erosion. These deposits have lower organic matter content than hyperpycnites and do not include rip-up clasts. It is possible that flows of these deposits mixed with the lake water or were spread along the lake surface, after which the materials slowly settled. Thin fine-grained homopycnites and hypopycnites do not exhibit any sedimentary facies change over several kilometers, except in cases where they are pinched out.

キーワード：湖成層、重力流堆積物、ハイパーピクナル流、ホモピクナル流、ハイポピクナル流、年縞珪藻土
Keywords: lacustrine deposit, sediment gravity-flow deposit, hyperpycnite, homopycnite, hypopycnite, varved diatomite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

兵庫県淡路島南部に分布する上部白亜系和泉層群のタービダイト砂岩にみられる平行葉理の特徴

Features of parallel lamination in turbidite sandstones in the Upper Cretaceous Izumi Group in the southern part of the Awaji Island, southwest Japan

*奥田 朱音[1]、成瀬 元[1]
*Akane Okuda[1], Hajime Naruse[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate school of Science, Kyoto University

平行葉理は堆積岩中によく観察される堆積構造のひとつであり，Bouma sequenceのT_b divisionを特徴づける堆積構造として知られている．近年の水槽実験による研究は，平行葉理構造の特徴が堆積速度に応じて変化することを明らかにした．すなわち，堆積構造を上昇させると平行葉理の明瞭さが減少し，高い堆積速度の下（＞4 cm/min）では平行葉理が消失して塊状構造になることが実験により示されている．しかし，実験の堆積岩の平行葉理において水槽実験の結果と対応するような特徴変化が見られるかについては，十分に明らかになっていない．そこで，本研究では，実際のタービダイト砂岩に見られる平行葉理を観察し，その微細構造の記載を行って，既存研究の実験結果との比較を行った．

本研究は，淡路島南西部の海岸部を調査地域とし，和泉層群主部相である阿那賀層および北阿万層の試料を採取した．兵庫県淡路島南部に分布する和泉層群の主部相は主に砂岩，泥岩，礫岩のリズミカルな互層よりなり，海底扇状地の堆積物として解釈されている．この主部相のタービダイト砂岩試料の切片画像から，平行葉理部の葉理の間隔や粒度分布の変化を解析した．

解析の結果，タービダイト砂岩の平行葉理は，葉理境界で粒度が急激に変化する平行葉理と，連続的な粒度変化を示す葉理の2種類に分類されることが明らかになった．肉眼観察では，前者は明瞭であるのに対して後者は不明瞭な葉理構造となる．調査対象である和泉層群のタービダイト砂岩では，後者の不明瞭な平行葉理が卓越する傾向にあることも判明した．

水槽実験の結果と比較すると，今回観察された2種類の平行葉理は，堆積速度の違いを反映している可能性があることがわかる．前述の通り，葉理の明瞭さは堆積速度に応じて変化することが水槽実験から推定されている．また，一般に，タービダイトが堆積する際には，時間とともに堆積速度が減少していくことが知られている．実際のタービダイトで観察された2種類の平行葉理のうち，明瞭な葉理の分布がタービダイト最上部に限定されていることは，堆積速度に何らかの閾値が存在し，それを下回って初めて明瞭な平行葉理が形成されるという可能性を示唆する．今後は，堆積岩の解析を進めると同時にモデル計算を用いて平行葉理の形成過程・形成条件を検討し，平行葉理の特徴変化から古水理条件を定量的に復元することを目指す必要があるだろう．

キーワード：ターイダイト、平行葉理、形成条件
Keywords: turbidite, parallel lamination, formative condition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sediment wave formation on slope base environments: an example of the Neogene Aoshima Formation, Miyazaki Prefecture, Southwest Japan

岩尾 汐莉[1]、大西 由梨[2]、*石原 与四郎[1]、横川 美和[3]
Shiori Iwao[1], Yuri Onishi[2], *Yoshiro Ishihara[1], Miwa Yokokawa[3]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科地球科学分野、2. 応用地質、3. 大阪工業大学情報科学部
1. Department of Earth System Science Faculty of Science, Fukuoka University, 2. OYO Corporation, 3. Lab. of Geoenvironment, Osaka Institute of Technology

Sediment waves with a wavelength of a few hundred meters and an amplitude of a few meters are observed in a turbidite succession of the uppermost part of the Neogene Aoshima Formation, Miyazaki Group. Sediment waves, a type of large sedimentary bedform in deep-sea environments, are frequently observed on levees and in channels of modern, deep-sea floors, and shallow subsurface areas. The Aoshima Formation is suggested to have been deposited on a slope-to-basin area offshore of a fan delta. However, because a turbidite succession of the Aoshima Formation shows a rather monotonous, detailed, and precise depositional setting, the sedimentary waves have not been clarified. To clarify why the sediment waves were in the limited area and horizon of the Aoshima Formation, sedimentary logs were measured at turbidite successions, including upcurrent and downcurrent regions of the sediment waves. Also, the sedimentary logs were carefully correlated together and sedimentary facies of the succession were analysed. The results are as follows: (1) Sediment gravity-flow deposits of the sediment wave horizon have relatively variable thickness. Facies could only be traced between a few hundred meters, even though most sediment gravity-flow deposits of the Aoshima Formation can trace more than 10 km along the paleocurrent directions. In addition, sediment gravity-flow deposits in the sediment wave horizon can trace between the upcurrent and downcurrent sections, except for an interval of the sediment wave formation. (2) Rare, thick sediment gravity-flow deposits including slump-fold beds are observed just under the downcurrent area of the sediment wave horizon. (3) Sediment gravity-flow deposits overlaying the beds, including slump-folds, are relatively thicker than other areas. (4) Sediment gravity-flow deposits in the sediment wave interval show oblique paleocurrent directions against sediment gravity-flow deposits in the upcurrent and downcurrent regions. (5) Small-scale slumping deposits are located at the most downcurrent part of the sediment wave. Results (1) to (3) suggest that the sediment waves of the Aoshima Formation developed on an upcurrent area of a slope change-point near the slope base. Also, results (4) and (5) suggest that the sediment waves were in a depositional channel on the slope base.

キーワード：タービダイト、セディメントウェーブ、青島層
Keywords: turbidite, sediment wave, Aoshima Formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A flume experiment on sedimentary structures and grain size distribution of cyclic steps formed by surge-type turbidity currents

A flume experiment on sedimentary structures and grain size distribution of cyclic steps formed by surge-type turbidity currents

*横川 美和[1]、藤田 和紀[1]、森 勇[1]、Robert Fernandez[2]、Matt Czapiga[3]、John Berrens[4]、Jeffrey Kwang[4]、内藤 健介[4]、Gary Parker[4]、泉 典洋[5]、成瀬 元[6]
*Miwa Yokokawa[1], Kazunori Fujita[1], Isamu Mori[1], Robert Fernandez[2], Matt Czapiga[3], John Berrens[4], Jeffrey Kwang[4], Kensuke Naito[4], Gary Parker[4], Norihiro Izumi[5], Hajime Naruse[6]

1. 大阪工業大学情報科学部、2. University of Hull、3. Technical University of Delft、4. University of Illinois、5. Hokkaido University、6. Kyoto University
1. Osaka Institute of Technology, 2. University of Hull, 3. Technical University of Delft, 4. University of Illinois, 5. Hokkaido University, 6. Kyoto University

In the submarine canyon and the vicinity, continuous step-like morphology is often observed. Many of them are inferred to be formed by turbidity currents. In this study we investigate the sedimentary structures and grain size distribution of cyclic steps formed by surge-type turbidity currents in an experimental flume. Two kinds of plastic particles, whose grain-size distributions differ from each other, were used in this study to observe grain size distribution and sedimentary structures of the cyclic steps, with an eye to application to sediment waves in the modern sea floor and in the rock record.

The experiment was conducted at the Hydrosystems Laboratory of University of Illinois, Urbana-Champaign (UIUC). In the experiment, a flume, which is 14.5 m long, 0.5 m deep and 0.1m wide was suspended in a larger tank, tilted at 2.5 degrees. Salt water (density: 1.17 g/cm^3) and two kinds of plastic particles (specific gravity: 1.5, D_{50}: 68 μm, 206 μm) were mixed at a weight ratio of 20:1:1 in the head tank, and then introduced into the flume as a slurry. In Case A, slurry filling the entire volume of the head tank, 58.7 L (5.87 L/cm), was supplied for single surge, which took 40 seconds to flow out. We repeated 40 such surges. In Case B, slurry filling half the volume of the head tank, 27.4 L (2.74 L/cm), was supplied for each surge, which took 10 seconds to flow out; we repeated 80 surges. The total amount of supplied sediment was about the same in both cases. The flow rate per unit time gradually decreased during a single surge.

At the end of each series, 4 steps were formed in the two series. Those steps moved upstream during the series of pulse runs. The mean values of wave steepness of the resulting steps were 0.06 and 0.05. The sedimentary structures observed in the cyclic steps of these experiments were mainly laminae gently dipping toward the upstream side. These laminae were truncated at the downstream side of the step. Moreover, the grain size analysis of the cyclic steps showed that D_{50} of the surface sediments tended to decrease toward the downstream, with the tendency being more prominent as the total discharge of the surge increased. It was also found that the D_{50} on the downstream side is smaller than on the upstream side of each step. This distribution is inferred to be caused by a hydraulic jump at the upstream side of each step.

キーワード：サイクリックステップ、サージ的混濁流、水路実験
Keywords: Cyclic steps, Surge-type turbidity currents, Flume experiments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)

測地学における，理論，観測，実験についての最新の研究発表および議論の場を提供する．扱う話題としては，最新の測地計測技術，測地基準系，地球回転，地球潮汐などが考えられるが，これにとらわれず測地学の幅広い分野からの発表を期待する．また本セッションでは, GGOS（全球統合測地観測システム）に関連する観測システムの話題や複数測地技術の統合, 宇宙技術を持つ機関間および国家間の連携等についても議論の場を提供する. 観測システム・データ処理技術の改良・更新, 国際観測への参加, 座標系の構築, また, 測地観測による社会への貢献等に関する話題も期待する.

[SGD03-P01] The Study of Sky Condition Prediction and Combination Efficiency Estimation about Multi-GNSS

*Chieh-Ting Chou[1]、Yi-Shan - Li[2]、Yen-Te - Li[1]、Wan-Yu - Yu[1] (1.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Graduate Student、2.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Assistant Professor)

[SGD03-P02] 迅速・高精度なGNSS定常解析システムの構築に関する研究（２）

*中川 弘之[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SGD03-P03] 天竜船明長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力

*勝間田 明男[1]、高森 昭光[2]、新谷 昌人[2] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SGD03-P04] レーザーひずみ計の性能評価

*高森 昭光[1]、新谷 昌人[1]、勝間田 明男[2]、森井 亙[3]、三代 浩世希[4]、大橋 正健[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象研究所、3.京都大学防災研究所、4.東京大学宇宙線研究所)

[SGD03-P05] 固体地球の流体核共鳴を含む潮汐ラブ数の算出方法

*原田 雄司[1,2]、大久保 修平[3] (1.澳門科技大学太空科学研究所月球与行星科学国家重点実験室、2.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、3.東京大学地震研究所高エネルギー素粒子地球物理学研究センター)

[SGD03-P06] Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain

*Menglin Zhao[1]、juan wang[1]、wang xu[1]、bing hu[1]、yisheng chen[1] (1.Capitai Normal University)

The Study of Sky Condition Prediction and Combination Efficiency Estimation about Multi-GNSS

*Chieh-Ting Chou[1], Yi-Shan - Li[2], Yen-Te - Li[1], Wan-Yu - Yu[1]

1. Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Graduate Student,
2. Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Assistant Professor

The Global Navigation Satellite System (GNSS) is widely used in military and civilian applications because of the high-precision services of positioning, velocity and time-of-flight (PVT) at any time and any place. At present, GNSS include the GPS of the United States, the GLONASS of Russia, the Galileo of European Union and the Beidou of China. Due to the rapid development and diversity of GNSS, the positioning efficiency of multi-GNSS is an important information for user reference when surveying.

In this study, the sky condition of the project area is predicted by the STK software. It is expected that the best location and period of observation can be provided to improve the observation efficiency according to simulated calculate the satellite geometric distribution and satellite visible number. Based on mentioned above, the observation efficiency can be improved. In addition, this study conducts a study on the positioning effectiveness of GNSS by actual observation data through different combination of satellite systems, ephemeris and weathers. In the discussion of sky condition prediction, the prediction is successfully carried out. In the discussion of GNSS combination, the results show that the GPS satellite system is relatively stable and highly accurate compared to other satellite systems. The relative positioning accuracy of multi-GNSS with GPS satellite system compared to without GPS system can improve 14ppm. In the discussion of different ephemeris, the short baselines can produce consistent results with relative accuracy in either broadcast or precision ephemeris. In the discussion of weathers, the relative accuracy of observations on a sunny day can be improved by 4ppm compared to a rainy day.

Keywords: GNSS, sky condition prediction, combination efficiency

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

迅速・高精度なGNSS定常解析システムの構築に関する研究（２）
Research on the development of rapid and accurate GNSS routine analysis system (2)

*中川 弘之[1]
*Hiroyuki Nakagawa[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. The Geospatial Information Authority of Japan

国土地理院はGEONETで取得されるGNSSデータを定常的に解析し、日本全国の地殻変動を監視している。この結果は、地震活動の評価や火山活動の監視における基礎的な資料として活用されている。

しかし、地震発生のタイミングや火山活動の進行速度によっては、現在のGEONET定常解析の性能をもってしても迅速性や時間分解能が不十分な場合もあり、より迅速で高い時間分解能を持つ定常解析手法が求められている。

そこで、我々は端数の整数不確定性を決定する精密単独測位法(PPP-AR法)に着目した。これは、GNSS衛星の精密な軌道・時刻情報に加えて位相端数バイアス(Fractional Cycle Bias; FCB)と呼ばれる補正情報を用いることで、観測点毎に干渉測位法に匹敵する精度で精密単独測位を行うものである。その特徴は、格段に少ない計算負荷で迅速に、1エポックごとの位置を算出できることである。超巨大地震で広域な地殻変動が発生した場合についても、電子基準点の変位を直接に算出でき固定点が不要であるという利点もある。

国土地理院では、PPP-AR法をベースに現在の定常解析よりも迅速・高精度な GNSS 解析手法を開発し、将来のGEONET定常解析を想定してこれを実装したプロトタイプシステムを開発すること目的とする研究開発を2017年度より3年計画で実施している。この研究では、GEONETの1秒値データを用いて、定常的かつ安定的に、1秒間隔で水平方向のばらつき約1cmの解を、データ収集の約2時間後までに算出することを目標としている。

2018年度は開発中のプロトタイプシステムを用いて、2018/7/12～8/12の31日間について試験解析を実施した。試験期間においてはGEONET全点について各日1回、0時～翌0時までの24時間の1秒時系列解を計算し、推定した衛星軌道・クロック及び求められたGEONETの時系列解の評価を行った。まず、推定した衛星軌道及び衛星クロックの品質評価としてIGS最終暦及びCODE暦のクロックとの差のRMSを計算した。暫定的な結果として、軌道情報に関してはGPSではおよそ2.7cm、GLONASSではおよそ8.8cm、また、クロックに関しては、GPSでは4.15ns、GLONASSについては6.02nsが得られた。続いて、GEONET時系列解の再現性の評価として、時系列の水平成分の標準偏差の度数分布を求めた。その結果、度数のピークは標準偏差が1.0～1.2cmの区間で、全体のおよそ25%の時系列がこの区間に含まれた。一方で、本研究で目標としている標準偏差1cm以下となった時系列の割合は全体の21%であり、1.4cm以下となった割合が68%であった。

本発表では、その原因について考察を進めると共に、軌道・クロックの品質及び時系列解の品質の改善方法について検討を行う予定である。

キーワード：GNSS、PPP-AR、GEONET定常解析、GEONET
Keywords: GNSS, PPP-AR, GEONET routine analysis, GEONET

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

天竜船明長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力
Characteristics of the Tenryu-Funagira laser extensometer and its detection ability of slow slips

*勝間田 明男[1]、高森 昭光[2]、新谷 昌人[2]
*Akio Katsumata[1], Akiteru Takamori[2], Akito Araya[2]

1. 気象庁気象研究所、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Katsumata et al. (2010)は浜松市天竜区の船明トンネルに基線長400mのレーザー伸縮計を構築して、地殻変動観測を行った。その結果、当レーザー伸縮計により短期的スロースリップを検知するとともに、スペクトル解析から長期的スロースリップをGNSSよりも早期に検知可能であることを明らかにした。しかしながら、光源に用いたヨウ素安定化He-Neレーザーの発振管の寿命は比較的短く、数年に渡る連続観測には適さなかった。光源を以前のヨウ素安定化レーザーからAraya et al. (2002)によるヨウ素安定化YAGレーザーに入れ替えて、レーザー伸縮計を再構成し2018年3月から観測を始めた。変動速度の速い変動に対応するため、データ収録は以前の1kS/sから10kS/sと高速化した。

これまでに得られた数ヶ月程度の伸縮データを以前のHe-Neレーザーを用いて得られたデータと比較した。長期トレンド・気圧応答・潮汐応答・ノイズスペクトルレベルなどについて比較を行った。以前のデータには10^{-7} strain/year程度のトレンドが認められたが、レーザー装置入れ替え後のデータにはそのようなトレンドは認められていない。以前にもトレンドは変化している様子が認められた。以前に観測されたトレンドは局所的な原因による可能性がある。気圧応答・潮汐応答については、大きな変化は認められない。以前のデータからトレンドを除去したデータと、今回得られたデータのスペクトルレベルを比較したが、0.1秒から数ヶ月程度の周期の変動レベルにおいて、ほぼ一致していると見られた。

Ide et al. (2007)は、スロー地震の地震モーメントはその継続時間に比例していることを示した。地震モーメントと継続時間が比例しているということは、ひずみ変化のレートは規模によらずに一定と解釈される。また、現在までのところ、超低周波地震（VLFE)と短期的スロースリップの間のイベントは知られていない。Katsumata et al.(2010)では、天竜船明レーザー伸縮計は、短期的スロースリップと同程度のひずみレートをもつ現象は1日で検知可能と見積もられている。もし継続時間１日程度のスロースリップが発生しているとすると、天竜船明レーザー伸縮計により検知可能とみられる。

キーワード：レーザー伸縮計、ヨウ素安定化レーザー、スロースリップの観測
Keywords: Laser extensometer, iodine-stabilized laser, slow-slip observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レーザーひずみ計の性能評価
Performance evaluation of laser strainmeters

*高森 昭光[1]、新谷 昌人[1]、勝間田 明男[2]、森井 亙[3]、三代 浩世希[4]、大橋 正健[4]
*Akiteru Takamori[1], Akito Araya[1], Akio Katsumata[2], Wataru Morii[3], Kouseki Miyo[4], Masatake Ohashi[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 気象研究所、3. 京都大学防災研究所、4. 東京大学宇宙線研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Meteorological Research Institute, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo

We have constructed four laser strainmeters which are in operation to observe Earth’ s strain in underground sites in Japan. The strainmeters are asymmetric Michelson interferometers implemented with a long main arm (ranging from 100 m to 1.5 km, depending on deployment) that follows ground motion and a short reference arm (shorter than 1 m) which is mounted on a stable platform isolated from the ground. The ground strain is observed by detecting phase difference of the two beams that enter and return from these arms. Due to the sensitivity of the phase difference to laser frequency caused by the mismatch of the arm lengths, the laser frequency needs to be stabilized to maintain high resolution of the instruments in long term. For this purpose, we developed a laser frequency stabilization system that locks a Nd:YAG laser to one of the iodine absorption lines, with the designed stability of 10e-13 to 10e-12. In order to evaluate the performance of the strainmeters, we have been studying stability of the lasers by comparing equivalent systems in situ. The details and results of the experiments are presented together with the estimated performance of the strainmeters.

キーワード：レーザーひずみ計、周波数安定化レーザー
Keywords: laser strainmeter, frequency stabilized laser

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

固体地球の流体核共鳴を含む潮汐ラブ数の算出方法
Calculation Method of the Tidal Love Numbers with the Fluid Core Resonance of the Solid Earth

*原田 雄司[1,2]、大久保 修平[3]
*Yuji Harada[1,2], Shuhei Okubo[3]

1. 澳門科技大学太空科学研究所月球与行星科学国家重点実験室、2. 東京大学地震研究所海半球観測研究センター、3. 東京大学地震研究所高エネルギー素粒子地球物理学研究センター
1. State Key Laboratory of Lunar and Planetary Science, Space Science Institute, Macau University of Science and Technology, 2. Ocean Hemisphere Research Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Center for High Energy Geophysics Research, Earthquake Research Institute, University of Tokyo

固体地球の非剛体性が地球潮汐や地球回転に及ぼす効果は核やマントルの力学的挙動を理解する上で重要である．その典型的な一例として挙げられるのが地球の自転運動の微小な擾乱，特に章動に対する扁平な流体核による力学的共鳴の影響，即ち自由核章動の励起である．この自由核章動は回転運動のみならず潮汐変形をも増幅させる効果を有する．

固体潮汐に対する流体核の影響は笹尾他の理論（以下SOS理論）に基づいて予測可能である．このSOSでは球対称地球の静的変形の計算手法（例えば竹内や斎藤）を応用することで流体核共鳴が潮汐変形に及ぼす効果を比較的簡易に見積もる事が出来る．この近似的手法は更に拡張されて後に国際天文学連合における章動理論の基礎（例えばマシューズ他）としても採用（IAU2000）されている．

本研究では潮汐変形を表現するラブ数をSOS理論に基づいて見積もる為に幾つか新しい技巧を施したので，その結果を報告する．その工夫とは主に以下の二点である．（尚，これらの点を除けば今回の報告と類似の内容が昨年度連合大会，同測地学会講演会でも既に報告されている．ここでは前回の詳細は省略するので当該学会の投稿原稿を参照されたい．）

一つ目の工夫は固体層の動径関数（以下y関数）の独立解の計算であり，ここでは特にy関数の数値積分において一部の独立解が計算不要となる事を示す．ここで言うy関数には流体核共鳴の影響を含む動的y関数と含まない静的y関数の両方が該当する．この内の静的y関数を算出する方法の一つは潮汐変形に限らず地球の静的変形に対して一般的に広く用いられている竹内や斎藤の手法であり，その中では原点で正則な独立解のみ積分すれば良い．それに対して動的y関数に関しては彼等の方法を全く同じ様に適用する事が出来ないので，その代わりに原点で発散する独立解も積分して，それら全ての独立解を利用する．この場合，固液境界の粘性結合を無視すれば，その境界における剪断応力も打ち消される．それに応じて積分すべきy関数の独立解を減らす事が出来る．

二つ目の工夫は液体層の動径関数（以下q関数）の独立解の計算であり，ここでは特にq関数の数値積分において密度の鉛直微分が計算不要となる事を示す．その独立解の求め方は液体の非圧縮性を仮定すれば単なる重力ポテンシャルのポワソン方程式の積分に帰着する．それは竹内や斎藤の手法でもSOSでも同じ事である．但し単純にSOSのみ踏まえてポワソン方程式からq関数を積分するなら，その際に密度自体の鉛直分布でなく密度勾配の鉛直分布が必要となる．それに対して予めクレロー方程式から扁平率の鉛直分布を算出しておけば，この扁平率を利用する事でも実はq関数の独立解が求められる．この場合，クレロー方程式には密度と重力のみ含まれており密度勾配まで含まれないから，その結果として密度勾配は陽に現れない形で独立解を求める事が出来る．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地球潮汐、地球回転、地球内部構造
Keywords: Earth's Tide, Earth's Rotation, Earth's Interior

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain

*Menglin Zhao[1], juan wang[1], wang xu[1], bing hu[1], yisheng chen[1]

1. Capitai Normal University

Modern Earth fissure, ranging from renewed displacement on 1-km-long fault scarps to 9.8-km-long tension cracks, occur in the eastern part of Beijing plain. Most of the failures closely parallel the pre-existing Medio-Pleistocene fault zone. The pattern of earth fissure and the relation to the inferred fault remain controversial. An integrated project, including PSInSAR, geophysical and trenching methods, has been conducted to characterize the formation of earth fissure. The results indicate that this earth fissure was caused by groundwater-level decline rather than natural tectonism. In addition, it is the first time to accurate the initiation and terminal Location of pumping-induced earth fissures within the fault zone.

Keywords: PSInSAR, earth fissure, Hydrogeophysical, fault scarps

Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain

Wang Xu[1] Yisheng Chen[1] ·Bing Hu[1] ·Juan Wang[1] Menglin Zhao[1] Youquan Zhang[1]

Abstract

Modern Earth fissure, ranging from renewed displacement on 1-km-long fault scarps to 9.8-km-long tension cracks, occur in the eastern part of Beijing plain. Most of the failures closely parallel the pre-existing Medio-Pleistocene fault zone. The pattern of earth fissure and the relation to the inferred fault remain controversial. An integrated project, including PSInSAR, geophysical and trenching methods, has been conducted to characterize the formation of earth fissure. The results indicate that this earth fissure was caused by groundwater-level decline rather than natural tectonism. In addition, it is the first time to accurate the initiation and terminal Location of pumping-induced earth fissures within the fault zone.

Keywords: *PSInSAR; earth fissure; Hydrogeophysical;* fault scarps; groundwater ; *trenching.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)

測地学における，理論，観測，実験についての最新の研究発表および議論の場を提供する．扱う話題としては，最新の測地計測技術，測地基準系，地球回転，地球潮汐などが考えられるが，これにとらわれず測地学の幅広い分野からの発表を期待する．また本セッションでは, GGOS（全球統合測地観測システム）に関連する観測システムの話題や複数測地技術の統合, 宇宙技術を持つ機関間および国家間の連携等についても議論の場を提供する. 観測システム・データ処理技術の改良・更新, 国際観測への参加, 座標系の構築, また, 測地観測による社会への貢献等に関する話題も期待する.

[SGD03-P01] The Study of Sky Condition Prediction and Combination Efficiency Estimation about Multi-GNSS

*Chieh-Ting Chou[1]、Yi-Shan - Li[2]、Yen-Te - Li[1]、Wan-Yu - Yu[1] (1.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Graduate Student、2.Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Assistant Professor)

[SGD03-P02] 迅速・高精度なGNSS定常解析システムの構築に関する研究（２）

*中川 弘之[1] (1.国土交通省国土地理院)

[SGD03-P03] 天竜船明長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力

*勝間田 明男[1]、高森 昭光[2]、新谷 昌人[2] (1.気象庁気象研究所、2.東京大学地震研究所)

[SGD03-P04] レーザーひずみ計の性能評価

*高森 昭光[1]、新谷 昌人[1]、勝間田 明男[2]、森井 亙[3]、三代 浩世希[4]、大橋 正健[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象研究所、3.京都大学防災研究所、4.東京大学宇宙線研究所)

[SGD03-P05] 固体地球の流体核共鳴を含む潮汐ラブ数の算出方法

*原田 雄司[1,2]、大久保 修平[3] (1.澳門科技大学太空科学研究所月球与行星科学国家重点実験室、2.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、3.東京大学地震研究所高エネルギー素粒子地球物理学研究センター)

[SGD03-P06] Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain

*Menglin Zhao[1]、juan wang[1]、wang xu[1]、bing hu[1]、yisheng chen[1] (1.Capitai Normal University)

The Study of Sky Condition Prediction and Combination Efficiency Estimation about Multi-GNSS

*Chieh-Ting Chou[1], Yi-Shan - Li[2], Yen-Te - Li[1], Wan-Yu - Yu[1]

1. Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Graduate Student,
2. Department of Environmental Information and Engineering, CCIT, National Defense University, Assistant Professor

The Global Navigation Satellite System (GNSS) is widely used in military and civilian applications because of the high-precision services of positioning, velocity and time-of-flight (PVT) at any time and any place. At present, GNSS include the GPS of the United States, the GLONASS of Russia, the Galileo of European Union and the Beidou of China. Due to the rapid development and diversity of GNSS, the positioning efficiency of multi-GNSS is an important information for user reference when surveying.

In this study, the sky condition of the project area is predicted by the STK software. It is expected that the best location and period of observation can be provided to improve the observation efficiency according to simulated calculate the satellite geometric distribution and satellite visible number. Based on mentioned above, the observation efficiency can be improved. In addition, this study conducts a study on the positioning effectiveness of GNSS by actual observation data through different combination of satellite systems, ephemeris and weathers. In the discussion of sky condition prediction, the prediction is successfully carried out. In the discussion of GNSS combination, the results show that the GPS satellite system is relatively stable and highly accurate compared to other satellite systems. The relative positioning accuracy of multi-GNSS with GPS satellite system compared to without GPS system can improve 14ppm. In the discussion of different ephemeris, the short baselines can produce consistent results with relative accuracy in either broadcast or precision ephemeris. In the discussion of weathers, the relative accuracy of observations on a sunny day can be improved by 4ppm compared to a rainy day.

Keywords: GNSS, sky condition prediction, combination efficiency

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

迅速・高精度なGNSS定常解析システムの構築に関する研究（２）
Research on the development of rapid and accurate GNSS routine analysis system (2)

*中川 弘之[1]
*Hiroyuki Nakagawa[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. The Geospatial Information Authority of Japan

国土地理院はGEONETで取得されるGNSSデータを定常的に解析し、日本全国の地殻変動を監視している。この結果は、地震活動の評価や火山活動の監視における基礎的な資料として活用されている。

しかし、地震発生のタイミングや火山活動の進行速度によっては、現在のGEONET定常解析の性能をもってしても迅速性や時間分解能が不十分な場合もあり、より迅速で高い時間分解能を持つ定常解析手法が求められている。

そこで、我々は端数の整数不確定性を決定する精密単独測位法(PPP-AR法)に着目した。これは、GNSS衛星の精密な軌道・時刻情報に加えて位相端数バイアス(Fractional Cycle Bias; FCB)と呼ばれる補正情報を用いることで、観測点毎に干渉測位法に匹敵する精度で精密単独測位を行うものである。その特徴は、格段に少ない計算負荷で迅速に、1エポックごとの位置を算出できることである。超巨大地震で広域な地殻変動が発生した場合についても、電子基準点の変位を直接に算出でき固定点が不要であるという利点もある。

国土地理院では、PPP-AR法をベースに現在の定常解析よりも迅速・高精度な GNSS 解析手法を開発し、将来のGEONET定常解析を想定してこれを実装したプロトタイプシステムを開発すること目的とする研究開発を2017年度より3年計画で実施している。この研究では、GEONETの1秒値データを用いて、定常的かつ安定的に、1秒間隔で水平方向のばらつき約1cmの解を、データ収集の約2時間後までに算出することを目標としている。

2018年度は開発中のプロトタイプシステムを用いて、2018/7/12～8/12の31日間について試験解析を実施した。試験期間においてはGEONET全点について各日1回、0時～翌0時までの24時間の1秒時系列解を計算し、推定した衛星軌道・クロック及び求められたGEONETの時系列解の評価を行った。まず、推定した衛星軌道及び衛星クロックの品質評価としてIGS最終暦及びCODE暦のクロックとの差のRMSを計算した。暫定的な結果として、軌道情報に関してはGPSではおよそ2.7cm、GLONASSではおよそ8.8cm、また、クロックに関しては、GPSでは4.15ns、GLONASSについては6.02nsが得られた。続いて、GEONET時系列解の再現性の評価として、時系列の水平成分の標準偏差の度数分布を求めた。その結果、度数のピークは標準偏差が1.0～1.2cmの区間で、全体のおよそ25%の時系列がこの区間に含まれた。一方で、本研究で目標としている標準偏差1cm以下となった時系列の割合は全体の21%であり、1.4cm以下となった割合が68%であった。

本発表では、その原因について考察を進めると共に、軌道・クロックの品質及び時系列解の品質の改善方法について検討を行う予定である。

キーワード：GNSS、PPP-AR、GEONET定常解析、GEONET
Keywords: GNSS, PPP-AR, GEONET routine analysis, GEONET

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

天竜船明長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力
Characteristics of the Tenryu-Funagira laser extensometer and its detection ability of slow slips

*勝間田 明男[1]、高森 昭光[2]、新谷 昌人[2]
*Akio Katsumata[1], Akiteru Takamori[2], Akito Araya[2]

1. 気象庁気象研究所、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Katsumata et al. (2010)は浜松市天竜区の船明トンネルに基線長400mのレーザー伸縮計を構築して、地殻変動観測を行った。その結果、当レーザー伸縮計により短期的スロースリップを検知するとともに、スペクトル解析から長期的スロースリップをGNSSよりも早期に検知可能であることを明らかにした。しかしながら、光源に用いたヨウ素安定化He-Neレーザーの発振管の寿命は比較的短く、数年に渡る連続観測には適さなかった。光源を以前のヨウ素安定化レーザーからAraya et al. (2002)によるヨウ素安定化YAGレーザーに入れ替えて、レーザー伸縮計を再構成し2018年3月から観測を始めた。変動速度の速い変動に対応するため、データ収録は以前の1kS/sから10kS/sと高速化した。

これまでに得られた数ヶ月程度の伸縮データを以前のHe-Neレーザーを用いて得られたデータと比較した。長期トレンド・気圧応答・潮汐応答・ノイズスペクトルレベルなどについて比較を行った。以前のデータには10^{-7} strain/year程度のトレンドが認められたが、レーザー装置入れ替え後のデータにはそのようなトレンドは認められていない。以前にもトレンドは変化している様子が認められた。以前に観測されたトレンドは局所的な原因による可能性がある。気圧応答・潮汐応答については、大きな変化は認められない。以前のデータからトレンドを除去したデータと、今回得られたデータのスペクトルレベルを比較したが、0.1秒から数ヶ月程度の周期の変動レベルにおいて、ほぼ一致していると見られた。

Ide et al. (2007)は、スロー地震の地震モーメントはその継続時間に比例していることを示した。地震モーメントと継続時間が比例しているということは、ひずみ変化のレートは規模によらずに一定と解釈される。また、現在までのところ、超低周波地震（VLFE)と短期的スロースリップの間のイベントは知られていない。Katsumata et al.(2010)では、天竜船明レーザー伸縮計は、短期的スロースリップと同程度のひずみレートをもつ現象は1日で検知可能と見積もられている。もし継続時間１日程度のスロースリップが発生しているとすると、天竜船明レーザー伸縮計により検知可能とみられる。

キーワード：レーザー伸縮計、ヨウ素安定化レーザー、スロースリップの観測
Keywords: Laser extensometer, iodine-stabilized laser, slow-slip observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レーザーひずみ計の性能評価
Performance evaluation of laser strainmeters

*高森 昭光[1]、新谷 昌人[1]、勝間田 明男[2]、森井 亙[3]、三代 浩世希[4]、大橋 正健[4]
*Akiteru Takamori[1], Akito Araya[1], Akio Katsumata[2], Wataru Morii[3], Kouseki Miyo[4], Masatake Ohashi[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 気象研究所、3. 京都大学防災研究所、4. 東京大学宇宙線研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Meteorological Research Institute, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo

We have constructed four laser strainmeters which are in operation to observe Earth’ s strain in underground sites in Japan. The strainmeters are asymmetric Michelson interferometers implemented with a long main arm (ranging from 100 m to 1.5 km, depending on deployment) that follows ground motion and a short reference arm (shorter than 1 m) which is mounted on a stable platform isolated from the ground. The ground strain is observed by detecting phase difference of the two beams that enter and return from these arms. Due to the sensitivity of the phase difference to laser frequency caused by the mismatch of the arm lengths, the laser frequency needs to be stabilized to maintain high resolution of the instruments in long term. For this purpose, we developed a laser frequency stabilization system that locks a Nd:YAG laser to one of the iodine absorption lines, with the designed stability of 10e-13 to 10e-12. In order to evaluate the performance of the strainmeters, we have been studying stability of the lasers by comparing equivalent systems in situ. The details and results of the experiments are presented together with the estimated performance of the strainmeters.

キーワード：レーザーひずみ計、周波数安定化レーザー
Keywords: laser strainmeter, frequency stabilized laser

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

固体地球の流体核共鳴を含む潮汐ラブ数の算出方法
Calculation Method of the Tidal Love Numbers with the Fluid Core Resonance of the Solid Earth

*原田 雄司[1,2]、大久保 修平[3]
*Yuji Harada[1,2], Shuhei Okubo[3]

1. 澳門科技大学太空科学研究所月球与行星科学国家重点実験室、2. 東京大学地震研究所海半球観測研究センター、3. 東京大学地震研究所高エネルギー素粒子地球物理学研究センター
1. State Key Laboratory of Lunar and Planetary Science, Space Science Institute, Macau University of Science and Technology, 2. Ocean Hemisphere Research Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Center for High Energy Geophysics Research, Earthquake Research Institute, University of Tokyo

固体地球の非剛体性が地球潮汐や地球回転に及ぼす効果は核やマントルの力学的挙動を理解する上で重要である．その典型的な一例として挙げられるのが地球の自転運動の微小な擾乱，特に章動に対する扁平な流体核による力学的共鳴の影響，即ち自由核章動の励起である．この自由核章動は回転運動のみならず潮汐変形をも増幅させる効果を有する．

固体潮汐に対する流体核の影響は笹尾他の理論（以下SOS理論）に基づいて予測可能である．このSOSでは球対称地球の静的変形の計算手法（例えば竹内や斎藤）を応用することで流体核共鳴が潮汐変形に及ぼす効果を比較的簡易に見積もる事が出来る．この近似的手法は更に拡張されて後に国際天文学連合における章動理論の基礎（例えばマシューズ他）としても採用（IAU2000）されている．

本研究では潮汐変形を表現するラブ数をSOS理論に基づいて見積もる為に幾つか新しい技巧を施したので，その結果を報告する．その工夫とは主に以下の二点である．（尚，これらの点を除けば今回の報告と類似の内容が昨年度連合大会，同測地学会講演会でも既に報告されている．ここでは前回の詳細は省略するので当該学会の投稿原稿を参照されたい．）

一つ目の工夫は固体層の動径関数（以下y関数）の独立解の計算であり，ここでは特にy関数の数値積分において一部の独立解が計算不要となる事を示す．ここで言うy関数には流体核共鳴の影響を含む動的y関数と含まない静的y関数の両方が該当する．この内の静的y関数を算出する方法の一つは潮汐変形に限らず地球の静的変形に対して一般的に広く用いられている竹内や斎藤の手法であり，その中では原点で正則な独立解のみ積分すれば良い．それに対して動的y関数に関しては彼等の方法を全く同じ様に適用する事が出来ないので，その代わりに原点で発散する独立解も積分して，それら全ての独立解を利用する．この場合，固液境界の粘性結合を無視すれば，その境界における剪断応力も打ち消される．それに応じて積分すべきy関数の独立解を減らす事が出来る．

二つ目の工夫は液体層の動径関数（以下q関数）の独立解の計算であり，ここでは特にq関数の数値積分において密度の鉛直微分が計算不要となる事を示す．その独立解の求め方は液体の非圧縮性を仮定すれば単なる重力ポテンシャルのポワソン方程式の積分に帰着する．それは竹内や斎藤の手法でもSOSでも同じ事である．但し単純にSOSのみ踏まえてポワソン方程式からq関数を積分するなら，その際に密度自体の鉛直分布でなく密度勾配の鉛直分布が必要となる．それに対して予めクレロー方程式から扁平率の鉛直分布を算出しておけば，この扁平率を利用する事でも実はq関数の独立解が求められる．この場合，クレロー方程式には密度と重力のみ含まれており密度勾配まで含まれないから，その結果として密度勾配は陽に現れない形で独立解を求める事が出来る．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地球潮汐、地球回転、地球内部構造
Keywords: Earth's Tide, Earth's Rotation, Earth's Interior

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain

*Menglin Zhao[1], juan wang[1], wang xu[1], bing hu[1], yisheng chen[1]

1. Capitai Normal University

Modern Earth fissure, ranging from renewed displacement on 1-km-long fault scarps to 9.8-km-long tension cracks, occur in the eastern part of Beijing plain. Most of the failures closely parallel the pre-existing Medio-Pleistocene fault zone. The pattern of earth fissure and the relation to the inferred fault remain controversial. An integrated project, including PSInSAR, geophysical and trenching methods, has been conducted to characterize the formation of earth fissure. The results indicate that this earth fissure was caused by groundwater-level decline rather than natural tectonism. In addition, it is the first time to accurate the initiation and terminal Location of pumping-induced earth fissures within the fault zone.

Keywords: PSInSAR, earth fissure, Hydrogeophysical, fault scarps

Integrating PSInSAR and Hydrogeophysical Methods for the Characterization of a Earth fissure in the eastern Beijing plain

Wang Xu[1] Yisheng Chen[1] ·Bing Hu[1] ·Juan Wang[1] Menglin Zhao[1] Youquan Zhang[1]

Abstract

Modern Earth fissure, ranging from renewed displacement on 1-km-long fault scarps to 9.8-km-long tension cracks, occur in the eastern part of Beijing plain. Most of the failures closely parallel the pre-existing Medio-Pleistocene fault zone. The pattern of earth fissure and the relation to the inferred fault remain controversial. An integrated project, including PSInSAR, geophysical and trenching methods, has been conducted to characterize the formation of earth fissure. The results indicate that this earth fissure was caused by groundwater-level decline rather than natural tectonism. In addition, it is the first time to accurate the initiation and terminal Location of pumping-induced earth fissures within the fault zone.

Keywords: *PSInSAR; earth fissure; Hydrogeophysical;* fault scarps; groundwater ; *trenching.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 304 3F

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)、座長:小門 研亮(国土地理院)、横田 裕輔

測地学における，理論，観測，実験についての最新の研究発表および議論の場を提供する．扱う話題としては，最新の測地計測技術，測地基準系，地球回転，地球潮汐などが考えられるが，これにとらわれず測地学の幅広い分野からの発表を期待する．また本セッションでは, GGOS（全球統合測地観測システム）に関連する観測システムの話題や複数測地技術の統合, 宇宙技術を持つ機関間および国家間の連携等についても議論の場を提供する. 観測システム・データ処理技術の改良・更新, 国際観測への参加, 座標系の構築, また, 測地観測による社会への貢献等に関する話題も期待する.

13:45 ~ 13:50
Introduction

13:50 ~ 14:05
[SGD03-01] 全球統合測地観測システム（GGOS）ワーキンググループの活動と展望

*宮原 伐折羅[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:05 ~ 14:20
[SGD03-02] Discussion

*松尾 功二[1] (1.国土地理院)

14:20 ~ 14:35
[SGD03-03] 石岡測地観測局におけるVLBI-GNSSコロケーション測量

*松本 紗歩[1]、梅井 迪子[1]、上芝 晴香[1]、栗原 忍[1]、吉川 忠男[1]、若杉 貴浩[1] (1.国土交通省　国土地理院)

14:35 ~ 14:50
[SGD03-04] 次期測地基準座標系の構築に向けた地殻変動モデルの検討

*小門 研亮[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:50 ~ 15:05
[SGD03-05] 地震・地殻変動の高精度観測のためのレーザー歪計ネットワークの構築

*新谷 昌人[1]、高森 昭光[1]、森井 亙[2]、勝間田 明男[3]、小林 昭夫[3]、伊藤 武男[4]、奥田 隆[4]、大久保 慎人[5] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所、3.気象庁気象研究所、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.高知大学教育研究部自然科学系)

15:05 ~ 15:15
Discussion

全球統合測地観測システム（GGOS）ワーキンググループの活動と展望
Activities and future perspective of GGOS Working Group Japan

*宮原 伐折羅[1]
*Basara Miyahara[1]

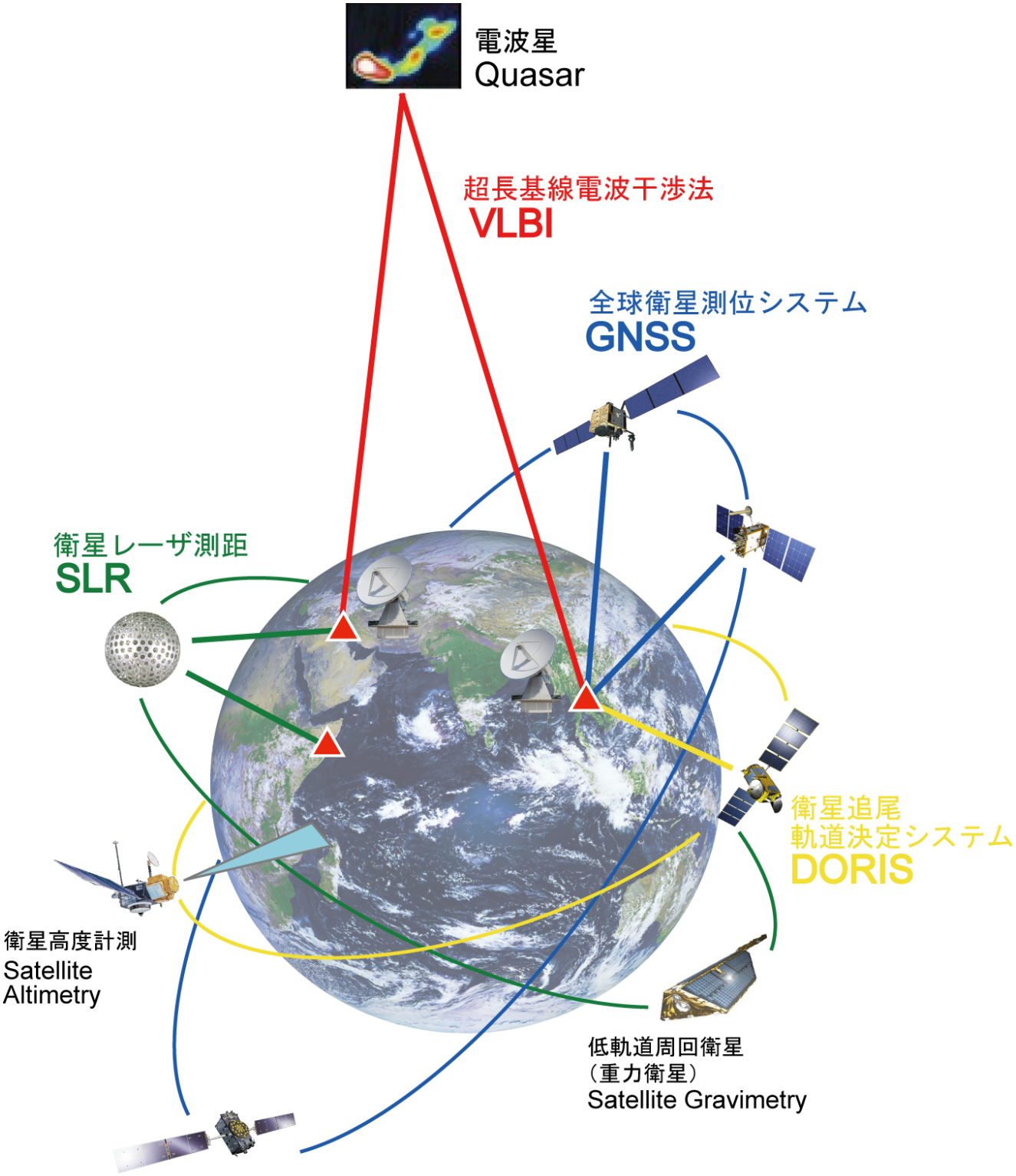
1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

全球統合測地観測システム（GGOS；Global Geodetic Observing System）は、地球の形状、回転、重力場とその変化の把握を目的に、GNSS、超長基線電波干渉法（VLBI；Very Long Baseline Interferometry）、衛星レーザ測距（SLR；Satellite Laser Ranging）、DORIS、重力などの地球規模の測地観測を統合する枠組みである。国際GNSS事業（IGS；International GNSS Service）、国際VLBI事業（IVS；International VLBI Service for Geodesy and Astrometry）、国際レーザ測距事業（ILRS；International Laser Ranging Service）など、様々な国際機関を統合して、地球規模で測地観測を調整、推進している。国連総会が2015年に決議した地球規模の測地基準座標系（GGRF；Global Geodetic Reference Frame）の実質の標準に用いられるITRF（International Terrestrial Reference Frame）もGGOSの観測の成果の一つであり、地球の形状と変化を知るためには、欠かすことの出来ない観測システムとなっている。

地球の形状と変化を把握するというGGOSの目的を達成するためには、品質の良い測地観測を地球全体で空白域なしに継続することが必須である。全ての国が責任を持って観測を継続する必要があるため、日本においても、国土地理院、海上保安庁海洋情報部、情報通信研究機構、国立天文台、国立極地研究所、宇宙開発研究機構など、GNSS、VLBI、SLRといった宇宙測地技術による観測を日本国内及び南極で実施する機関がIGS、IVS、ILRSなどの国際機関へ参加するとともに、一橋大学、京都大学、北海道大学などの研究者が国際機関の役員として活動へ参加することでGGOSに貢献している。これに加え、組織横断的に情報を交換し、GGOSへの貢献に向けた連携を進めるため、2013年には日本学術会議のIAG小委員会のもとに作業部会（GGOS-WG）が設立された。GGOS-WGは、2014年に日本のGGOS観測について国内の各機関の観測の状況をとりまとめた報告書をGGOSに提出し，2017年にはこれを更新したほか、2015年からは、地球惑星科学連合（JpGU）の連合大会においてGGOSセッションを開催して議論を行っている。これに加え，2018年からは，測地学会講演会においてもGGOS区分での講演を開始した．さらに、2017年にはGGOSと地域の連携を促進するGGOS構成員であるGGOS Affiliateの第1号として日本のGGOS-WGがGGOSに登録され、地域・国家の観点から正式にGGOSの議論に参加することが可能となった。これを受けて、2018年には国土地理院でGGOSの公式年次会合であるGGOS Days 2018を開催し、GGOSの活動方針を議論するとともに、GGOSと日本のGGOSワーキンググループの連携を強化した。会合では、観測局やデータ、プロダクツや標準に関する課題や現状が報告されるとともに、4つの重点分野のうち、3分野（1. Unified Height System, 2. Geohazards, 4. Geodetic Space Weather）から報告が行われた。また、日本の GGOS ワーキンググループをロールモデルとしてドイツ語圏3国，北欧，中南米，北米でも GGOS Affiliate を組織する動きがあることが報告され，測地データの DOI に関するワーキンググループをGGOS内に結成が決定した．2009年に刊行されたGGOS ガイドブックの更新版についても議論された．上記の活動に加えて、ワーキンググループは、GGOSの意義と重要性に対する国内の理解を促進するため、2018年には測地学会誌でGGOS特集号を刊行するとともに、GGOSの概要と意義を示したパンフレットの作成し、発信を行っている。2018年はまた、ワーキンググループメンバーがIVS、IGS、ILRSなどGGOS関連の国際会議に多く参加し、測地観測に関する国内外の最新の情報共有を促進した。2019年は、引き続き国内の情報共有、連携を継続するとともに、GGOS関連の国際会議に参加し、GGOSとの連携強化を進めていく。

キーワード：全球統合測地観測システム、地球規模の測地基準座標系
Keywords: GGOS, GGRF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discussion

*松尾 功二[1]
*Koji Matsuo[1]

1. 国土地理院
1. Geospatial Information Authority of Japan

We provide a forum for discussion on today's presentation and any topics related to geodesy and GGOS.

キーワード：Discussion
Keywords: Discussion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石岡測地観測局におけるVLBI-GNSSコロケーション測量
VLBI-GNSS Co-location Survey at the Ishioka Geodetic Observing Station

*松本 紗歩[1]、梅井 迪子[1]、上芝 晴香[1]、栗原 忍[1]、吉川 忠男[1]、若杉 貴浩[1]
*Saho Matsumoto[1], Michiko Umei[1], Haruka Ueshiba[1], Shinobu Kurihara[1], Tadao Kikkawa[1], Takahiro Wakasugi[1]

1. 国土交通省　国土地理院
1. GSI of Japan

国際地球基準座標系（International Terrestrial Reference Frame; ITRF）は、複数の宇宙測地技術（VLBI、GNSS、 SLR、 DORIS）により構築される。それぞれの特長を持つ宇宙測地技術の観測網を結合することで、はじめてITRFの構築が可能となる。例えばVLBIはスケールと自転軸の決定に用いられ、SLRはスケールと重心の決定に用いられる。異なる宇宙測地技術の観測網を結合する際、観測点相互の位置関係が必要となるため、それを地上で計測する測量（コロケーション測量）を実施する必要がある。

国土地理院石岡測地観測局では、VLBI観測施設とGNSS観測点の2つの観測施設を運用している。VLBI観測施設は国際VLBI事業(IVS)の新しい規格であるVGOSに対応したものであると同時に、GNSS観測点はIGS点「ISHI」として登録されており、ITRFの構築において重要な役割を持つ観測局である。

石岡局では2018年11月に、2015年1月以来2度目のコロケーション測量を実施した。コロケーション測量では、VLBIアンテナ中心（AZ-EL交点）とGNSSアンテナ中心間の相対位置を計測するが、VLBIアンテナ中心については間接的な手法で測量を実施する必要がある。今回のコロケーション測量では、アウトサイド法とインサイド法の二つの手法で測量を実施した。アウトサイド法は、アンテナの周囲に設置されたピラーに設置したトータルステーションからアンテナ駆動部分に取り付けたターゲットを観測する方法である。インサイド法では、アンテナ中心付近にトータルステーションを設置し、アンテナキャビン内に取り付けたターゲットを観測する。インサイド法は今回初めてコロケーション測量に導入した手法であるため、観測手法や計算方法、誤差の評価方法について新たに検討した。

本発表では、石岡測地観測局で2018年11月に実施したコロケーション測量について、その成果を報告するとともに、二つの手法の比較検討を行う。

キーワード：VLBI、コロケーション測量、ローカルタイベクトル、ITRF、GNSS
Keywords: VLBI, Co-location survey, Local tie vector, ITRF, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

次期測地基準座標系の構築に向けた地殻変動モデルの検討
Research of Crustal Deformation Model for Next Version of Japanese Geodetic Datum

*小門 研亮[1]
*Kensuke Kokado[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

要旨

国土地理院では、日本における位置の基準として測地基準座標系を定め、この測地基準座標系に基づいて電子基準点をはじめとした基準点の位置を測量成果として公開している。これらの測量成果が世の中の様々な測量や地図等の基準として用いられることで、全国で互いに整合した位置情報サービスを享受することができる。近年の衛星測位技術の進展に伴い、高精度な単独測位手法を用いた位置情報サービスの展開が予想されるが、この単独測位手法で得られる計測時点の位置座標を測地基準座標系に基づき作成された地図等と重ね合わせるためには、測地基準座標系の基準日（東日本：2011.5.24、西日本：1997.1.1）から計測時点までに発生した定常的な地殻変動によるズレを適切に補正しなければならない。

国土地理院では上記の地殻変動によるズレを適切に補正するために、従来のセミ・ダイナミック補正に代わるより高度な補正システムの構築を予定しており、定常的なプレート運動だけでなく、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震後の余効変動やその他の内陸地震等を考慮した地殻変動モデルの検討を進めている。本発表では、検討内容のうち余効変動の影響にテーマを絞り、東北地方における地殻変動モデルの検討・研究状況を報告する。

内容

本研究における地殻変動モデルの検討は、東北地方太平洋沖地震による余効変動が顕著な東北地方のGEONETの定常解析（F3解）を用いて行った。地殻変動モデルの作成及びその検証の手順は以下のとおりである。

東北地方６県に位置する電子基準点（データ品質の悪い点は除く）について、地震後の変動を表現するフィッティング関数を対数関数と指数関数の組み合わせで推定。 ①で求めたフィッティング関数の将来的な予測値精度を明らかにするため、フィッティング関数の推定に用いたデータ期間以降について、各関数による推定値とF3解を比較し、フィッティング関数が達成する予測精度を評価。 ①で求めたフィッティング関数に基づいて任意の時点の地殻変動量を算出し、クリギング法による空間補間を実施することで全国を網羅する任意の時点の地殻変動モデルを作成。空間補間の妥当性を評価するため、空間補間の入力点間に位置する任意の点について、GNSS連続観測の関数フィッティングと空間補間により推定した時系列変化を比較し、残差を評価。

結果と考察

データの使用期間を地震直後（2011/3/11）から2018/7/10までとし、関数を対数（Log）+対数（Log）+指数（Exp）の形としてフィッティングを実施した。フィッティング残差を確認したところ、全161点のRMS平均が、東西成分2.3mm（最大：5.1mm）、南北成分2.0mm（最大：3.1mm）、上下成分7.3mm（最大：12.5mm）となり、概ね1cm以内のRMSで時系列変化を表現できた。

次に予測精度の評価のため、データ使用期間以降の2018/7/11～2018/12/10の期間について、推定したフィッティング関数による計算値と実測値を比較した。残差は時間の経過とともに多少大きくなる傾向があるが、2018/12/1～12/10の残差を確認したところ、RMS平均が、東西成分2.6mm（最大：6.3mm）、南北成分2.3mm（最大：7.5mm）、上下成分7.5mm（最大：22.5mm）となり、概ね2cm以内の良好な整合性が得られた。今回の検証ではデータ使用期間が７年４ヶ月、予測期間は約５ヶ月半であり、余効変動の速度は地震

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

直後に比べ小さくなっているため、フィッティング関数による予測が容易であると言える。しかしながら、地震後のデータ使用期間を2.5年より短くした場合、粘弾性緩和に係る時定数を正確に推定することができず、予測値精度が大きく低下する。データ使用期間が短い場合は、粘弾性緩和による影響を考慮した上で、フィッティング関数を推定する必要がある。

上記の作業により推定したフィッティング関数に基づき、クリギング法による空間補間を実施し、任意の地点における時系列変化（2011/3/11～2018/7/10）を推定した。推定した時系列変化の妥当性を評価するため、当該地点におけるGNSS連続観測による実測値との残差を計算したところ、空間補間におけるデータ入力点と推定地点の位置関係によって、残差にばらつきが生じた。周辺近傍（30km以内）を均等に取り囲むようにデータ入力点が存在する地点では、全期間を通して残差１cm以内に収まる傾向にあるが、近傍点の方向に偏りがある地点や、近傍（30km以内）にデータ入力点が存在しない地点では、時間の経過とともに残差が大きくなる傾向が見られ、地点によって残差（水平）が5cmを超える地点（2018/7/10）も見られた。 データ入力点が不足している地点の補間精度が低下することは一般的だが、現状の補間手法が東北地方における地殻変動モデルを作成する上で最適なものであるかを判断するため、今後はクリギング法の設定値や他の補間手法の採用を検討し、より高精度な地殻変動モデルの構築に取り組む予定である。

キーワード：測地基準座標系、地殻変動、変動モデル、衛星測位
Keywords: Geodetic Datum, Crustal Deformation, Deformation Model, GNSS positiong

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震・地殻変動の高精度観測のためのレーザー歪計ネットワークの構築
Construction of a laser-strainmeter network for accurate seismic and geodetic observations

*新谷 昌人[1]、高森 昭光[1]、森井 亙[2]、勝間田 明男[3]、小林 昭夫[3]、伊藤 武男[4]、奥田 隆[4]、大久保 慎人[5]
*Akito Araya[1], Akiteru Takamori[1], Wataru Morii[2], Akio Katsumata[3], Akio Kobayashi[3], Takeo Ito[4], Takashi Okuda[4], Makoto Okubo[5]

1. 東京大学地震研究所、2. 京都大学防災研究所、3. 気象庁気象研究所、4. 名古屋大学大学院環境学研究科、5. 高知大学教育研究部自然科学系
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 4. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 5. Natural Science Cluster, Kochi University

Laser interferometers are widely used for precise measurements of displacement with reference to wavelength of light. As their geophysical application, a laser strainmeter is used for measuring deformation of the ground by sensing distance between two separated points, enabling to detect small strain changes over wide frequency range [1]. The advantages of the laser strainmeter over conventional strainmeters using mechanical references are high resolution with a long baseline, resonance-free response of optical reference, and low-drift detection using stabilized laser wavelength. Apart from the instrumental detectability, local noise sources, such as changes in temperature, air pressure, and ground water level, will affect both the instrument and the ground, and should be properly evaluated to examine the measured strain data. For this purpose, we constructed a network of laser strainmeters deployed at three underground sites in Japan: Kamioka (Gifu Pref.), Inuyama (Aichi Pref.), and Tenryu-Funagira (Shizuoka Pref.). These strain data are analyzed to evaluate performance of instruments installed at these sites as well as to identify common geophysical signals.

At Kamioka site, two laser strainmeters with baselines of 100m and 1500m are in operation [2, 3]. At Inuyama and Tenryu-Funagira sites, a 30-m strainmeter and a 400-m one are installed, respectively [4]. These strainmeters clearly detect earth tides, and their amplitudes are consistent with the calculation based on the tidal force, the standard Earth's model, and the topographic effects around the sites. Using the site effects, coseismic strain steps observed by the strainmeter network are compared with fault parameters estimated from seismic observations and the detectability of the fault mechanisms using the strainmeter network is estimated. For long-term strain changes, local disturbances of the sites and detectability of the network are estimated using GNSS data. In the presentation, we discuss detectability of the strainmeter network for seismic and geodetic signals and prospects for monitoring crustal activities using long-baseline laser strainmeters.

References

[1] V. Vali, R. S. Krogstad, and R. W. Moss, Laser interferometer for earth strain measurements, Rev. Sci. Instrum., 36, 1352, 1965.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[2] A. Araya, A. Takamori, W. Morii, K. Miyo, M. Ohashi, K. Hayama, T. Uchiyama, S. Miyoki, and Y. Saito, Design and operation of a 1500-m laser strainmeter installed at an underground site in Kamioka, Japan, Earth, Planets and Space, 69:77, 2017.

[3] T. Akutsu, M. Ando, S. Araki, A. Araya, T. Arima et al., Construction of KAGRA: an underground gravitational-wave observatory, Prog. Theor. Exp. Phys., 013F01, 2018.

[4] A. Araya, T. Kunugi, Y. Fukao, I. Yamada, N. Suda, S. Maruyama, N. Mio, and S. Moriwaki, Iodine-stabilized Nd:YAG laser applied to a long-baseline interferometer for wideband earth strain observations, Rev. Sci. Instrum., 73, 6, 2434-2439, 2002.

キーワード：歪計、レーザー、地殻変動、神岡、犬山、天竜船明
Keywords: strainmeter, laser, crustal deformation, Kamioka, Inuyama, Tenryu-Funagira

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GD 測地学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 304 3F

[S-GD03] 測地学一般・GGOS

コンビーナ:松尾 功二(国土地理院)、横田 裕輔(東京大学生産技術研究所)、若杉 貴浩(国土交通省国土地理院)、座長:原田 雄司(澳門科技大学)、松尾 功二

測地学における，理論，観測，実験についての最新の研究発表および議論の場を提供する．扱う話題としては，最新の測地計測技術，測地基準系，地球回転，地球潮汐などが考えられるが，これにとらわれず測地学の幅広い分野からの発表を期待する．また本セッションでは, GGOS（全球統合測地観測システム）に関連する観測システムの話題や複数測地技術の統合, 宇宙技術を持つ機関間および国家間の連携等についても議論の場を提供する. 観測システム・データ処理技術の改良・更新, 国際観測への参加, 座標系の構築, また, 測地観測による社会への貢献等に関する話題も期待する.

15:30 ~ 15:35
Introduction

15:35 ~ 15:50
[SGD03-06] UNAVCO GNSS Data: Real-time High-rate Streams, Geodetic Earthquake Magnitudes, Cloud Computing and Future Machine Learning Frameworks

*David A Phillips[1]、Kathleen Hodgkinson[1]、David Mencin[1]、Charles Meertens[1]、Thomas Herring[2]、Walter Szeliga[3]、Timothy Melbourne[3]、Mark Murray[4]、Glen Mattioli[1]、Christine Puskas[1] (1.UNAVCO, Inc. Boulder、2.Massachusetts Institute of Technology、3.Central Washington University、4.USGS)

15:50 ~ 16:05
[SGD03-07] On application of GNSS-techniques for early tsunami warning in the Sea of Japan

*Grigorii Viktorovich Nechaev[1,2,3]、Nikolai Shestakov[2,3]、Hiroaki Takahashi[1]、Mako Ohzono[1] (1.Institute of Seismology and Volcanology, Graduate Schooll of Science, Hokkaido University、2.Far Eastern Federal University、3.Institute for Applied Mathematics FEB RAS)

16:05 ~ 16:20
[SGD03-08] アジアQZSS/IGSO測位衛星軌道における太陽合の同期生起の測定
発表キャンセル

*高橋 冨士信[1] (1.横浜国立大学 名誉教授)

16:20 ~ 16:35
[SGD03-09] オーストラリア北側の海洋での海水準変動について

*徳井 雄太[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

16:35 ~ 16:50
[SGD03-10] 地磁気観測による地球回転経年変化への示唆

*浅利 晴紀[1]、栗原 正宜[1]、森永 健司[1]、長町 信吾[1] (1.気象庁地磁気観測所)

16:50 ~ 17:00
Discussion

UNAVCO GNSS Data: Real-time High-rate Streams, Geodetic Earthquake Magnitudes, Cloud Computing and Future Machine Learning Frameworks

*David A Phillips[1], Kathleen Hodgkinson[1], David Mencin[1], Charles Meertens[1], Thomas Herring[2], Walter Szeliga[3], Timothy Melbourne[3], Mark Murray[4], Glen Mattioli[1], Christine Puskas[1]

1. UNAVCO, Inc. Boulder, 2. Massachusetts Institute of Technology, 3. Central Washington University, 4. USGS

UNAVCO provides a diverse suite of geodetic data, derived products and cyberinfrastructure services to support the geodetic community, Earth science research and education. We present here an overview of recent developments related to real-time GNSS data streams, GNSS earthquake magnitude estimation, a new project focusing on machine learning for geoscience and hazards research, and cloud based GNSS data analysis experiments. UNAVCO operates the National Earth Science Geodetic Facility through a cooperative agreement with the U.S. National Science Foundation (NSF) and NASA.

Real-time (<2 seconds) high-rate (1 Hz) GNSS (RT-GNSS) data streams are now provided from ~900 UNAVCO sites. Streams include raw data in BINEX and RTCM3, and PPP solutions in ITRF2008 via Trimble PIVOT RTX software. Most UNAVCO RT-GNSS sites are within the Network of the Americas (NOTA). NOTA, which includes the historic Plate Boundary Observatory (PBO) network, is an extensive network of GNSS reference stations and other geophysical instruments in the United States, Mexico, Central America, the Caribbean and parts of South America. The network advances research into Earth systems from the core to the atmosphere. Recent advances include improved plate tectonic models, understanding earthquakes and slow slip/episodic tremor, measuring surface water load, deciphering ionospheric dynamics and measuring changes in permafrost. Beyond research the network provides information for earthquake and tsunami early warning systems (EWS), severe weather and space weather forecasts, volcanic activity alerts, drought and flood monitoring and other risk assessments. UNAVCO data are open access; an objective of the geodetic community is to enhance data access and data use for global hazard risk reduction.

Following an earthquake, RT-GNSS data streams can record peak ground displacement (PGD) measurements from long-period surface waves and provide a source-scaling relation that does not saturate with event magnitude. “Geodetic magnitudes” derived from RT-GNSS data can be estimated within seconds to minutes after an earthquake, and can improve earthquake and tsunami EWS. Dynamic displacements estimated in real time show reasonable agreement with post-processed estimates. And while individual position estimates have large errors, RT-GNSS solutions offer excellent operational potential for EWS, including the use of PGD to directly invert for finite-fault solutions. We will show PGD and geodetic magnitude estimate results from recent earthquakes including the 2018-11-30 Mw 7.0 Anchorage, Alaska earthquake. PGD’s from this earthquake were calculated automatically from the RT-GNSS displacement traces, which were large enough and recorded by enough sites to determine that, using GNSS data only, the event was ~M7 within 120s.

As the number of RT-GNSS sites increases, the volume of data and the complexity of automated analysis increase as well. When other data streams are factored in, such as seismic, ocean bottom pressure and satellite radar, the shear volume and complexity of these data streams, coupled with the need to model, analyze and assess hazards in a matter of only minutes, makes geophysical applications to hazards early

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

warning a Big Data problem. To address this, UNAVCO is collaborating in an NSF project called “GeoSCIFramework: Scalable Real-time Streaming Analytics and Machine Learning for Geoscience and Hazards Research.” This project unites computer scientists and geoscientists to develop a data framework for generalized real-time streaming analytics and machine learning for geoscience and hazards research. The goals of this project, which was just initiated, will be presented.

In addition to real-time products, UNAVCO also provides post-processed position time series and velocities from 2000+ GNSS stations. These products are based on daily solutions generated using GIPSY PPP and GAMIT/GLOBK double-difference network software. This software is currently run on local computing clusters. As part of an NSF funded project called GeoSciCloud, we are testing our GIPSY and GAMIT workflows in two cloud computing environments: Amazon Web Services and NSF’s Extreme Science and Engineering Discovery Environment (XSEDE). The IRIS seismic data facility is a collaborative partner on this project and conducted similar experiments using seismic software and data. We summarize our latest findings from these cloud computing experiments including performance and cost relative to local systems.

Keywords: Geodesy, GNSS, Real-Time Data, EWS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

On application of GNSS-techniques for early tsunami warning in the Sea of Japan

*Grigorii Viktorovich Nechaev[1,2,3], Nikolai Shestakov[2,3], Hiroaki Takahashi[1], Mako Ohzono[1]

1. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate Schooll of Science, Hokkaido University, 2. Far Eastern Federal University, 3. Institute for Applied Mathematics FEB RAS

Tsunami hazard threatens an extensive coastlines located in the seismically active areas. About 250000 persons were killed by tsunami only with the beginning of 21th century. Thus, the problem of reliable early tsunami warning is very important nowadays.
The most of working tsunami early warning systems (TEWS) are based on seismic methods that often cannot provide a reliable and accurate warning due to different reasons. The GNSS-based TEWS recently has been developed and they are free of many shortcomings of seismic methods. Such systems utilize coseismic shifts measured by onshore GNSS-networks for tsunami modeling. The TEWS operating now, for example, REGARD [Kawamoto S. et al., 2017], are mainly focused on detection of huge Mw8-9 class subduction zone earthquakes. They are not designed to process relatively small events, which can produce coseismic displacements less than 10 cm, despite on RTX-techniques or recently developed methods [Fratarcangeli F. et al., 2018], which can detect site position changes of 1-2 cm in horizontal and 3-4 cm in vertical components. However, devastating tsunamis regularly appear in the Japan Sea. They are caused by shallow thrust seismic events with magnitudes Mw6.2-7.8. These quakes generate tsunamis more effectively than Pacific ones with the same magnitude.The epicenters of tsunamigenic earthquakes are distributed along the western coast of Honshu, south-west of Hokkaido and Sakhalin Islands. Nevertheless, tectonics and seismicity of the Japan Seahaven't been sufficiently investigated still and tsunamigenic seismic events can occur along the north-western margin of the sea. For example, the potentially tsunamigenic Mw~6 shallow seismic event occurred near the northeastern coast of Primorye on Nov. 11, 1990.
In this work we explored: 1) the capacity of GNSS-based TEWS application using data about historical Mw 6.2-7.8 Japan Sea crustal seismic events. The appropriate coseismic displacement fields were calculated and analyzed. Possible hypothetic tsunamigenic seismic sources were also considered; 2) the optimal GNSS-site distribution for earthquake source parameters obtaining based on existing and prospective GNSS-networks configuration in the region.
We obtained, that historical tsunamigenic earthquakes occurred along the eastern margin of the Japan Sea induced coseismic displacements ranging from 1 cm to a few decimeters through the northern Honshu and western Hokkaido. Even 1964 Oga-oki, Mw7.0 event caused up to 4 cm surface offsets on the Honshu Island coast. Southwestern Sakhalin Island are also might be affected by centimeter level coseismic movement invoked by the shallow Mw 6.2-7.3 earthquakes appeared in the north of the Sea of Japan and Tatar strait. Hypothetical events with Mw > 7.5 and located in the north-west of the sea may excite displacement varying from 1 to 4 cm in Russian Primorye and Hokkaido Island. A set of inversion tests lead us to a conclusion that GEONET GNSS-network might be used to model tsunamigenic earthquake sources with Mw>7.0-7.8 distributed along the eastern margin of the Japan Sea. Working and prospective GNSS-networks located along the western coast of the sea and Sakhalin Island might be involved into processing of seismic events with Mw ≧ 7.3 appeared in the northern part of the sea.

This work was partially supported by the RFBR grant No. 17-55-53110 and JREX Fellowship.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: tsunami early warning, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アジアQZSS/IGSO測位衛星軌道における太陽合の同期生起の測定
Measurements of occurrence of solar conjunction with the orbits of Asian QZSS/IGSO satellites

*高橋 冨士信[1]
*Fujinobu Takahashi[1]

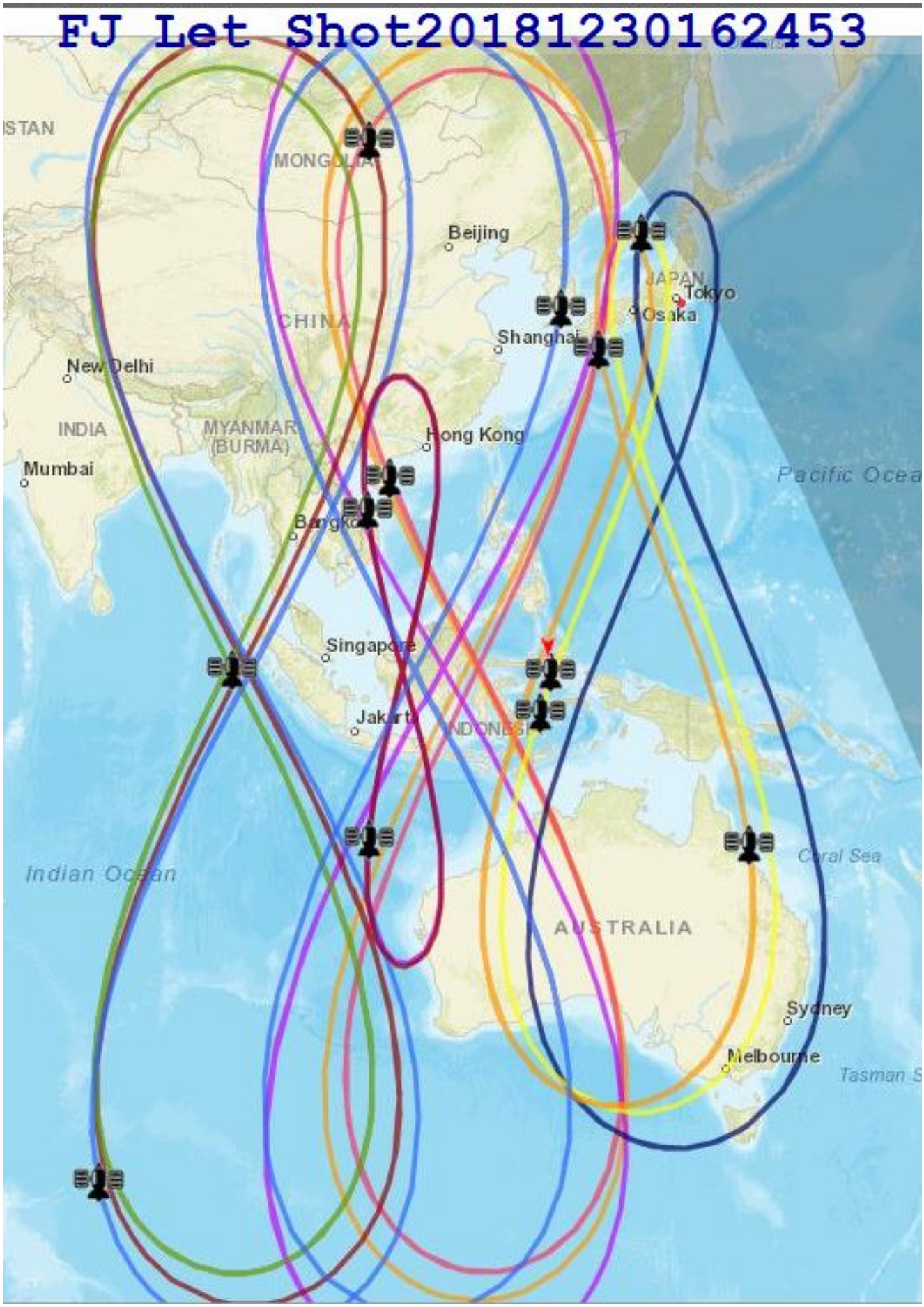
1. 横浜国立大学 名誉教授
1. Yokohama National University

２０世紀の宇宙測位・測地技術では米国GPS宇宙セグメントを代表とするMEO衛星系が主要な役割を果たしてきた。21世紀に入って日本のQZSS(みちびき)衛星系の準天頂軌道や中国やインドのIGSO宇宙セグメントが登場してきている。MEO衛星系の特徴は仰角リミット以上を飛翔する衛星をランダムに捕捉して、DOPが小さくなるMEO衛星の組合せを選択することで、測位の精度の確保を狙う方式である。衛星の軌道運動の法則性よりもランダムに発見される群としての衛星配置を重視している確率的な再現性の困難な方式といえる。一方、21世紀型のQZSS/IGSOは特定の地域においては軌道運動が非常にゆっくりしているため、衛星軌道の追尾が可能であり、再現性の高い解析的な手法が可能である。筆者はアジアQZSS/IGSOの軌道運動と太陽合を1年以上にわたって測定してきた。その成果を報告する。

01/09頃にBDSSペア：東輪BD-IGSO-2 西輪BD-IGSO-5
02/08頃にNavIC単独：東輪1C
02/14頃にNavIC単独：西輪1I
03/03頃にQZSS単独:日輪QZS-1
03/23春分頃に全GEOが赤道上で次々と太陽合
04/02頃にBDSS３ペア：東輪BD-IGSO-1 西輪BD-IGSO-4 中輪BD-IGSO-7
05/02頃にQZSS単独:日輪QZS-4
05/28頃にNavICペア；東輪1D　西輪1B
06/13頃にQZSS/BDSSペア：日輪QZS-2　東輪BD-IGSO-3 西輪BD-IGSO-6
07/09頃にBDSSペア：東輪BD-IGSO-2 西輪BD-IGSO-5
08/08頃にNavIC単独：東輪1C
08/14頃にNavIC単独：西輪1I
09/04頃にQZSS単独:日輪QZS-1
09/23秋分頃に全GEOが赤道上で次々と太陽合
10/02頃にBDSS３ペア：東輪BD-IGSO-1 西輪BD-IGSO-4 中輪BD-IGSO-7
11/02頃にQZSS単独:日輪QZS-4
11/27頃にNavICペア；東輪1D　西輪1B
12/13頃にQZSS/BDSSペア：日輪QZS-2　東輪BD-IGSO-3 西輪BD-IGSO-6

キーワード：準天頂軌道、みちびき、宇宙測位技術
Keywords: QZSS, IGSO, PNT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

オーストラリア北側の海洋での海水準変動について
Sea level evaluation in northern Australian coast

*徳井 雄太[1]、日置 幸介[1]
*Yuta Tokui[1], Kosuke Heki[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

衛星海面高度計で計測される海面高は２つの主な要因によって変動する。第一は陸域の水との再分配に伴う質量変化、第二は海水温変化による体積変化であり、それぞれGRACEとArgo floatによって計測される。これら３種の量の関係は海域ごとに異なっており、それぞれの地域でそれらの相互関係を明らかにすることは、海域ごとのダイナミクスを理解するために有効である。この研究ではオーストラリア北側の海洋（アラフラ海、チモール海、カーペンタリア湾、ソロモン海）における海面高の変動を考える。この地域の特徴は、季節変化が大きいことと、ENSOやIODといった複数の気候変動の影響を受けることである。まず、海面高度、海水の熱膨張、重力変化の３つの量について、それぞれの時間変化を比較し、吹き寄せによる質量変化が卓越するカーペンタリア湾以外の海域では熱膨張成分が海面高変動の主要因であることがわかった。次に、気候変動駆動の成分を評価するため、季節変化と経年変化に注目してEOF解析を行った。海面高変動の季節変化が最も大きいのはカーペンタリア湾であり、重力の季節変動は陸域と海域で同じ位相で起こっていることがわかった。また、先行研究で指摘されている降水量の長期トレンドの変動が重力変化のEOF第２モードに現れた。また、季節変動を除いたデータでEOF解析を行ったところ、海面高変動ではENSOの、重力変化ではPDOの影響を受けていることがわかった。

キーワード：衛星高度計、GRACE、Argo float、海面高、ENSO
Keywords: Altimeter, GRACE, Argo float, SSH, ENSO

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地磁気観測による地球回転経年変化への示唆
Implications from geomagnetic observation for the interannual fluctuations of Earth rotation

*浅利 晴紀[1]、栗原 正宜[1]、森永 健司[1]、長町 信吾[1]
*Seiki Asari[1], Masanori Kurihara[1], Kenji Morinaga[1], Shingo Nagamachi[1]

1. 気象庁地磁気観測所
1. Kakioka Magnetic Observatory, Japan Meteorological Agency

気象庁地磁気観測所は茨城県石岡市柿岡を所在地とし、同地での地磁気観測では既に百年を越える歴史を有する。日本の地磁気基準点としての測地的役割を担うと共に、観測技術の開発や測器の検定に加え、高品質データの安定供給により科学研究や産業の発展を支えてきた。また、人工衛星機動観測の参照となる定点観測データの即時提供が要求される近年では、世界観測網の主要な観測所の一つとして、その高い信頼性の継続に益々の期待が寄せられている。
地磁気の変化は異なる起源と時間スケールを持つ多様な成分から構成されるが、地球中心核に由来する主磁場の経年変化成分に関心が集まるようになったのは、膨大な人工衛星データの蓄積が進んだごく最近のことである。以前は、その振幅の微小さゆえ、磁気圏・電離層および海洋起源の磁場変化に埋もれて十分に認知されなかった。同成分の明確な検出に至れば、それは即ち地球外核中の波動などの経年現象を解明する非常に貴重な鍵となり得る。外核金属流体の対流分布に対しては地震や重力などの力学的観測量は十分な感度を持たず、観測からの解像は専ら地磁気に依存するためである。ただし、外核流体運動の全体としての変化の解析には地球回転変化が有用な観測量となる。
現在、地磁気観測所では過去約５０年間分の経年変化の特定に最適化された月平均値データベースの構築を進めている。他起源の擾乱成分を除外するため、データ日時の選定基準を検証し、これを世界各地の観測所データに適用した結果、どの観測所においても約７割の擾乱成分が除外されることがわかった。これにより長期にわたる外核流体の流れの経年変化がより鮮明に解像されうる。本発表では、同調査の進捗と展望を報告し、特に地磁気観測から推定される外核流体運動を通じて導かれる地球回転経年変化への示唆に議論の焦点を当てる。その中で、最新の両データからここ数年の加速度的な主磁場変化とLOD（地球の一日の長さ）変化の共通の成因と考えられている外核流体の北半球高緯度におけるジェット流の時空間的特徴を示す。

キーワード：地球回転、地磁気、経年変化、角運動量、核
Keywords: Earth rotation, Geomagnetic field, Interannual variation, Angular momentum, Core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[S-SS07] Rigorous Seismicity Modelling and Hypothesis Testing

コンビーナ:庄 建倉(統計数理研究所)、Schorlemmer Danijel(GFZ German Research Centre for Geosciences)、Matt Gerstenberger(GNS Science)、鶴岡 弘(東京大学地震研究所)

Probabilistic models have been developed for describing, analyzing, and forecasting seismicity since more than 100 years and, with the advent of large-scale digital networks, in high resolution during the last 30 years. These models include recurrence and stress-release models for long-term earthquake hazard assessment, and short-term models describing earthquake clustering, e.g. the ETAS model. Some models have become standard tools in seismic hazard assessment. However, the overall probabilities remain on the low end and the uncertainties of the forecasts are not well described. Rigorous data-based development and testing of models will help further improving forecasting power and accuracy of these models. Similarly, new hypotheses shall be evaluated rigorously using some existing model as the null hypothesis model or in dedicated tests addressing the hypothesis directly. In this context, the Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability and its Japan branch provides the necessary testing capabilities for rigorous and unbiased evaluation of models and hypotheses. This session focuses on research that increases information on seismicity, being with respect to a reference model or as an independent hypothesis. We solicit contributions of model developments and hypothesis formulation based on the increased understanding of the physical process of earthquakes, such as the preparation and rupture processes of the earthquake source and the interaction between earthquakes and tectonic environments. We also welcome development and implementation of improved statistical methods for testing and validating physical hypotheses based on observed data. In particular, we welcome contributions about model- or hypothesis-test experiments that could be implemented in the Japan testing center.

[SSS07-P01] Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan

*Hsieh Ming-Che[1]、Yen Yin-Tung[1]、Ma Kuo-Fong[2,3] (1.Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan、2.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan、3.Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan)

[SSS07-P02] Increasing Earthquake Forecast Testability - CSEP Future Developments

*Danijel Schorlemmer[1]、Naoshi Hirata[2]、Fabrice Cotton[1]、Matt Gerstenberger[3]、Thomas Jordan[7]、Warner Marzocchi[4]、William Savran[7]、Maximilian Werner[5]、Stefan Wiemer[6]、Thomas Beutin[1]、David D Jackson[8]、Philip Maechling[7]、Sum Mak[1]、Kazuyoshi Nanjo[9]、Yosihiko Ogata[10]、David Rhoades[3]、Hiroshi Tsuruoka[2]、Graeme Weatherill[1]、Jiancang Zhuang[10] (1.GFZ German Research Centre for Geosciences、2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan、3.GNS Science, Lower Hutt, New Zealand、4.University of Naples, Naples, Italy、5.University of Bristol, Bristol, United Kingdom、6.ETH Zurich, Zurich, Switzerland、7.University of Southern California, Los Angeles, USA、8.University of California Los Angeles, Los Angeles, USA、9.University of Shizuoka, Shizuoka, Japan、10.Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa, Japan)

[SSS07-P03] Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

*Gerstenberger Matt[1]、Schorlemmer Danijel[2] (1.GNS Science、2.GFZ-Potsdam)

[SSS07-P04] An extreme value analysis of seismograms designed for early forecast of aftershocks

*澤崎 郁[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS07-P05] Spatio-temporal clustering of successive earthquakes: data analyses of global data.

*THYSTERE MATONDO BANTIDI[1]、Takeshi Nishimura[1] (1.Tohoku University)

[SSS07-P06] CSEPJapanにおける関東3ヶ月予測結果

*鶴岡 弘[1]、平田 直[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS07-P07] Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

熊 子瑶[2]、*庄 建倉[1]、周 仕勇[2] (1.統計数理研究所、2.北京大学)

[SSS07-P08] **Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan**

*庄 建倉[1,2]、蒔田 恵理[2] (1.統計数理研究所、2.総合大学院大学)

[SSS07-P09] New Ground Motion Prediction Equations for Western Saudi Arabia

*木内 亮太[1,2]、Walter Mooney[1]、Hani Zahran[3] (1.U.S. Geological Survey、2.京都大学防災研究所、3.Saudi Geological Survey)

[SSS07-P10] Study on the spatial and temporal change of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake, Taiwan

*TING YA LIANG[1]、Wen-Yen Chang[1,2,3]、Strong Wen[4] (1.National DONG HWA University、2.Eastern Taiwan Earthquake Research Center、3.National Center for Research on Earthquake Engineering、4.National Chung Cheng University)

Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan

Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan

*Hsieh Ming-Che[1]、Yen Yin-Tung[1]、Ma Kuo-Fong[2,3]
*Ming-Che Hsieh[1], Yin-Tung Yen[1], Kuo-Fong Ma[2,3]

1. Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan、2. Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan、3. Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan
1. Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan, 2. Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan, 3. Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan

Damages to engineering structures by an earthquake depend on the entire time history of the ground motion, which is affected by a number of factors including source-rupture process, seismic-wave velocity structure, topographic relief, and local site condition. To quantitatively assess these effects to ground motion, physics-based ground motion simulation is a powerful tool which enables rigorous modeling of each effect and their coupling. In this study, we present a recent-developed physics-based ground motion simulator in generating broadband seismograms for seismic hazard assessment. The simulator is essentially based on a hybrid approach in which long-period synthetics are calculated by the efficient 3-D strain Green’s tensor (SGT) and short-period synthetics are modeled by the stochastic method. Physical effects of (1) source slip distribution, (2) seismic wave propagation, (3) surface topography and (4) site amplification are taken into account. This hybrid approach has been validated by the 2016 M_W6.6 Meinong earthquake in southern Taiwan and reveals good potential for engineering applications. We also carried out simulations to model rupture scenarios of seismogenic structure and subduction zone sources. Output full waveform and ground motion parameters, e.g. peak ground acceleration (PGA) and 1.0-s-period spectral acceleration (SA1.0), have been further implemented to risk estimation, and even earthquake drill. Our result shows the ground motion simulator has the potential for earthquake scenario modeling and hazard assessment.

キーワード：Ground motion simulation、Seismic hazard assessment、Strain Green’s tensor、Stochastic method
Keywords: Ground motion simulation, Seismic hazard assessment, Strain Green’s tensor, Stochastic method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Increasing Earthquake Forecast Testability - CSEP Future Developments

*Danijel Schorlemmer[1], Naoshi Hirata[2], Fabrice Cotton[1], Matt Gerstenberger[3], Thomas Jordan[7], Warner Marzocchi[4], William Savran[7], Maximilian Werner[5], Stefan Wiemer[6], Thomas Beutin[1], David D Jackson[8], Philip Maechling[7], Sum Mak[1], Kazuyoshi Nanjo[9], Yosihiko Ogata[10], David Rhoades[3], Hiroshi Tsuruoka[2], Graeme Weatherill[1], Jiancang Zhuang[10]

1. GFZ German Research Centre for Geosciences, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan, 3. GNS Science, Lower Hutt, New Zealand, 4. University of Naples, Naples, Italy, 5. University of Bristol, Bristol, United Kingdom, 6. ETH Zurich, Zurich, Switzerland, 7. University of Southern California, Los Angeles, USA, 8. University of California Los Angeles, Los Angeles, USA, 9. University of Shizuoka, Shizuoka, Japan, 10. Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa, Japan

The Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability (CSEP) has expanded over the years to many different testing areas hosted at multiple testing centers. Hundreds of earthquake forecast models have been submitted to CSEP and are being tested. New testing metrics were developed and implemented and a lot of progress was made to establish CSEP as an institution that cannot be ignored when issuing earthquake forecasts. Its rigor and independence became the standard in evaluating earthquake forecasts and in reporting on the results.

In the framework of the testing activities of the Global Earthquake Model, one line of expanding the capabilities of CSEP was developed at GFZ Potsdam. The group there applied the mechanisms that CSEP introduced to earthquake forecast models to the area of intensity prediction equations (IPEs) and ground-motion prediction equations (GMPEs). The first truly prospective tests were carried out on IPEs for Italy and also on GMPEs for Japan and New Zealand. This new set of tests helped CSEP move into the hazard domain and increase the relevance of its results to the hazard community. Finally, the group at GFZ Potsdam has also conducted the first prospective test of the US national seismic hazard maps.

Although these tests have been successful and well-received, they have also shown the limitations of the CSEP approach. Many aspects of seismic hazard or earthquake forecasting remain inherently untestable if only the model forecasts are tested and not the model ingredients. We propose to continue along the lines of the GFZ Potsdam developments and create new areas of activity for CSEP, namely targeted experiments that cannot be conducted with the current CSEP software system. As part of the eGSIM (European Ground Shaking Intensity Models) service, we will introduce permanent testing of IPEs and GMPEs to the testing center to establish strong performance records to be used in hazard models. Further targeted experiments include the predictive power of b-values, discrimination of foreshocks for short-term forecasting, as well as a deeper look into precursory
phenomena applying CSEP-style rigorous testing. We support including testability in future hazard models or their components to move to better testable seismic hazard models. Finally, to expand into the risk domain, we will test exposure models against new and independent data.

Keywords: Seismicity, Forecasting, Testing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

*Gerstenberger Matt[1]、Schorlemmer Danijel[2]
*Matt Gerstenberger[1], Danijel Schorlemmer[2]

1. GNS Science、2. GFZ-Potsdam
1. GNS Science, 2. GFZ-Potsdam

Regional and national seismic hazard mapping efforts have increasingly pursued more detailed and precise models and outputs, particularly in terms of source characterisation and modelling. With increasing precision comes increasing uncertainty. In recent years much attention has been paid to modelling uncertainty in ground-motion models and including this in seismic hazard modelling. However, much less effort has been made to quantify and model uncertainty in seismic source characterisation. This raises two questions: 1) is increasing precision appropriate when uncertainty remains poorly quantified? 2) what is the optimal balance between precision and uncertainty? Ultimately the answer to this depends on the end-uses of the models and the implications of increasing uncertainty with increasing precision. Here we explore some of the main sources of uncertainty in seismic source characterisation such as incomplete and limited records of earthquake occurrence in paleoseismic data and earthquake catalogues, non-stationarity of seismicity and the poisson assumption, fault source characterisation and so-called moment balancing. We pay particular focus to uncertainties in estimating hazard in less seismically active regions and the implications for building design guidance.

キーワード：Seismic hazard、PSHA、uncertainty
Keywords: Seismic hazard, PSHA, uncertainty

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An extreme value analysis of seismograms designed for early forecast of aftershocks

*澤崎 郁[1]
*Kaoru Sawazaki[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Conventional aftershock forecasting has been operated through applying the Gutenberg-Richter and Omori-Utsu laws to an earthquake catalog. However, catalog’ s quality is influenced by detectability of earthquake signals (P or S waves), which causes degradation of the catalog in the early stage after a large earthquake and at regions which are sparsely covered by seismograph network. This eventually causes the catalog’ s nonuniformity and limitation of the forecasting performance.

In this study, we propose a new approach designed for high-performance early aftershock forecasting without using earthquake catalog. Instead, we use a continuous seismogram recorded at each station. First, we pick the maximum amplitude of the seismogram obtained in every assigned time interval (e.g., 1 minute). This picking process can be completely automated and is rarely affected by overlap of multiple seismic signals occurring in approximately the same time. We empirically derive a probability distribution (PD) that accounts for the frequency of the maximum amplitudes. This PD is essentially a non-stationary extreme value distribution derived from the generalized Pareto distribution (GPD) and the Omori-Utsu type temporal decay. We optimize three parameters that control the PD shape (K_a: parameter that controls whole aftershock activity, p_a: parameter that controls temporal decay of the aftershock frequency, m: parameter that controls power-law decay of the maximum amplitude) by applying the maximum likelihood estimation to the observed maximum amplitudes. By extrapolating the optimized PD, we estimate the number of maximum amplitudes that will exceed a threshold value within arbitral time interval in the future. The proposed approach provides forecast of peak ground motion at each station rather than magnitude, which is directly desired for public use. Moreover, the forecasted peak ground motion may automatically incorporate many factors that cannot be described by a simple ground motion attenuation model (e.g., site amplification, radiation pattern, rupture directivity, and so on).

We apply the proposed method to 25 Hi-net seismograms recorded the 2016 Kumamoto earthquakes in Japan. We set the learning periods every one hour after the mainshock (Mj7.3), and set the forecasting period within 24 hours after the end of each learning period. We find that parameters K_a and m become temporally stable within a few hours after the mainshock at many stations. On the other hand, the parameter p_a temporally varies more probably because the induced seismicity at northeast area (Aso and Oita regions) strongly affects the apparent temporal decay rate of the amplitudes. Within 3 hours after the mainshock, the forecasted number of the maximum amplitudes exceeding 10^{-4} m/s is within 0.5 to 2.0 times the actual observation for about 80 % of the used stations. For the threshold amplitude of 10^{-3} m/s, on the other hand, the forecasted number tends to overestimate, probably due to saturation of seismograms by both artificial and physical reasons.

キーワード：極値解析、余震予測、最大地震動
Keywords: extreme value analysis, aftershock forecasting, peak ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatio-temporal clustering of successive earthquakes: data analyses of global data.

*THYSTERE MATONDO BANTIDI[1], Takeshi Nishimura[1]

1. Tohoku University

Spatio-temporal clustering of seismicity is an interesting phenomenon in the earthquake generation process. We investigate the earthquakes closely occurring in space and time, which have been sometimes observed at various regions. A recent example is *Mw*6.5 earthquake at Hinagu active fault on April 14, 2016, followed by a *Mw*7.3 at Futagawa active fault on April 16. The present study analyzes moderate and large earthquakes to clarify characteristics of such successive occurrence of earthquakes.

We use the Global Centroid Moment Tensor catalog for the period from 1976 to 2016. Earthquakes with moment magnitudes (*Mw*) of larger or equal to 5.0 and with depths less than or equal to 70 km are analyzed. The earthquakes that occur within some horizontal distance ranges (Δd*:* from 10 to 500 km*)*, and lapse times (Δt=30, 180 and 365 days*)* from the occurrence of each target earthquake is grouped in a cluster, and the number of clusters are counted.

The results show that cumulative numbers of clusters almost constantly increase in the logarithmic scale with increasing Δt, and the number of clusters increases constantly in general with increasing Δd. For example, for the *Mw* 5.0 –5.5, the cumulative number of clusters at Δd*=100* km are 3177, 4525 and 4808, respectively, for Δt of 30, 180 and 365 days.

To examine whether or not these successive earthquakes occur randomly, in other words, whether or not these successive earthquakes occur under some physical conditions, we compare the observed results with simulations in which earthquakes are set to randomly occur in time. The results show that the observed cumulative numbers of clusters are larger than those of simulation in short distance ranges. The former gradually approach to the latter with increasing the horizontal distance, and merge into a same number at a distance, which is defined as “triggering distance” in the present study. As Δt increases, the occurrence probability decreases and approaches to the normal condition in which the occurrence time intervals of earthquakes obey a Poisson distribution. For example, the triggering distances of Mw5.0-5.5 are 420 km and 66 km, respectively, for Δt*=30* days and *365* days. The results obtained by changing the parameters related to the spatial and temporal distributions of aftershock show no significant difference in the number of clusters and triggering distances.

Keywords: Clustering, Successive earthquakes, Triggering distance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CSEPJapanにおける関東3ヶ月予測結果
Kanto 3 month testing class results of CSEP Japan

*鶴岡 弘[1]、平田 直[1]
*Hiroshi Tsuruoka[1], Naoshi Hirata[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, Tokyo Univ.

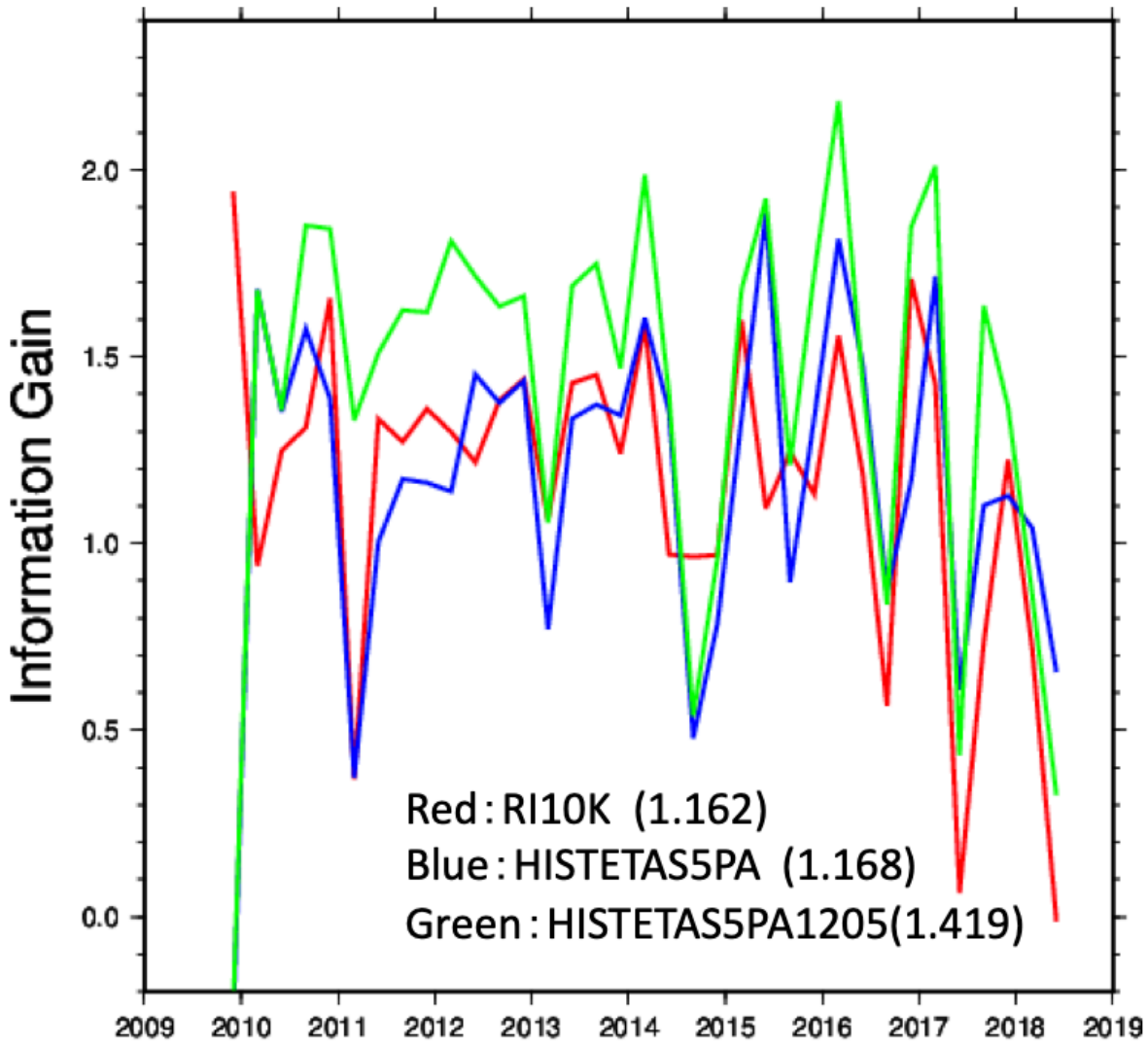
CSEP Japan における関東テスト領域の3ヶ月テスト結果を報告する．モデルは，RI10K，HISTETAS5PAおよびHISTETAS5PA1205である．HISTETAS5PA1205は東北地方太平洋沖地震後にテストセンターに投稿されたモデルとなる．テスト結果は，2009年11月1日からの約40ラウンド分である．

CSEPの標準テスト結果は，2017/5/1-8/1のラウンドにおいて，RI10KはS-testをパスしていなかった．また，観測地震数が少ない場合にすべてのモデルでN-Testをパスしていないラウンド等もあった．全ラウンドの各モデル毎の地震1個あたりの情報利得値の平均を計算するとHISTETAS5PA1205, HISTETAS5PA, RI10Kそれぞれ1.419, 1.168, 1.162であった．地震数の予測についてはHISTETA5PA1205は観測地震数をよく予測しているが，他のモデルは学習期間における平均発生数となるためあまりあっていないことがわかる．

複数ラウンドの結果から，地震数の予測についてモデル毎の対応が異なっておりこの精度向上は予測モデルの向上に直結する．また，モデルの評価は、空間予測性能と地震数の予測性能を評価することでよく把握できると思われる．

キーワード：地震予測可能性、CSEP
Keywords: Earthquake Predictability, CSEP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

熊 子瑶[2]、*庄 建倉[1]、周 仕勇[2]
Ziyao Xiong[2], *Jiancang Zhuang[1], Shiyong Zhou[2]

1. 統計数理研究所、2. 北京大学
1. Institute of Statistical Mathematics, 2. Peking University

In this study, to obtain optimal estimates of the earthquake hazard in North China based on the modern earthquake catalogue, we used two variable kernel function estimation methods and two spatial tessellation methods to calculate the total and background seismic spatial occurrence rates for the study area.

The first problem of this study is to derive the best estimate of the long-term earthquake risk in North China. To address the first problem, we use the kernel function estimation methods of Stock and Smith (2002) and Zhuang et al. (2002), the Bayesian Delaunay-Tessellation Smoothing Method used by Ogata (ODTB) (2003, 2004), and ICVT to estimate the total earthquake hazard for North China. The results were compared and analyzed through the cross-validation method, to ensure accurate reflection of the seismic activity in North China. The sophisticated ODTB method is more stable than the others, but is relatively expensive, in terms of computation demands, while Zhuang et al.’s kernel estimate and the new ICVT method are able to provide reasonable estimates and easier to implement.

For the second problem, of b-value, we use Ogata’s method (2004, 2015) based on free nodes, to calculate the *b*-value spatial distribution. We expect that the obtained results of the spatial distribution of seismic risk and *b*-value provide a reference for the evaluation and prediction of large earthquakes and stress distribution in the study area.

For the third problem, we use two methods to estimate background seismic rates, and compare the results. The first method uses the result of the background seismic event probability, calculated by the epidemic-type aftershock sequence (ETAS) model (Zhuang et al., 2002; Zhuang, 2011), to simulate the background seismic risk distribution. The second method is to calculate the spatial distribution of earthquake hazard by using the HIST-ETAS model (Ogata, 2004).

Using comparative analyses and simulation experiments, we show that all of methods give similar spatial patterns of seismic occurrences.

キーワード：地震リスク、分割、常時地震活動、ETASモデル
Keywords: seismic risk, tessellation, background seismicity, ETAS model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan

Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan

*庄 建倉[1,2]、蒔田 恵理[2]
*Jiancang Zhuang[1,2], Eri Maita[2]

1. 統計数理研究所、2. 総合大学院大学
1. Institute of Statistical Mathematics, 2. Graduate University for Advanced Studies

This study tries to find the probability distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan by analyzing F-net data. To describe the probability distribution, each focal mechanism is discomposed as the result of a rotation about a particular pole starting from a reference focal mechanism. In this study, DC4 symmetry is considered, i.e., either nodal-plane can be the fault plane and the two sides of the fault plane are distinguishable.

To separate the background and clustering seismicity, we fit the space-time ETAS model (e.g., Zhuang et al, 2011) to the earthquakes with magnitude 4.2+ from 1997 to 2017 in the F-net catalog, and use the stochastic declustering method to estimate the background probabilities that each event is a background event and the triggered probabilities that each event is triggered by other events.

For the background events, the reference focal mechanism is taken as the average focal mechanism in each area, calculated by the method in Kagan (2014). The ration angles between a background event and the mean focal mechanisms at *(x, y)* is reconstructed by

$\zeta(\Delta) \propto \sum_j \phi_j I$(Rotation angle betwen j and the mean focal mechanism is within $(\Delta-\delta, \Delta+\delta)$),

where j runs over all background events near x,y, δ is a small number, and ϕj is the background probability estimated from fitting the space-time ETAS model. For the triggered events, the reference focal mechanism is naturally taken the focal mechanism of the event which triggers it. The rotation angles between the parent event and its direct offspring are reconstructed by

$\xi(\Delta) \propto \sum_{i,j} \rho_{i,j} I$(Rotation angle betwen i and j is within $(\Delta-\delta, \Delta+\delta)$) .

where i and j run over all the event pairs in the catalog, ρij is the probability that event j is triggered by event i estimated based on the ETAS model.

We find that the rotation poles are almost uniformly distributed. The reconstructed results for the rotation angles are shown in Figure 1.

Figure 1 (a) mean focal mechanisms of background seismicity in Japan. (b) Reconstructed distribution of rotation angles for focal mechanisms in the background seismicity and triggered seismicity.

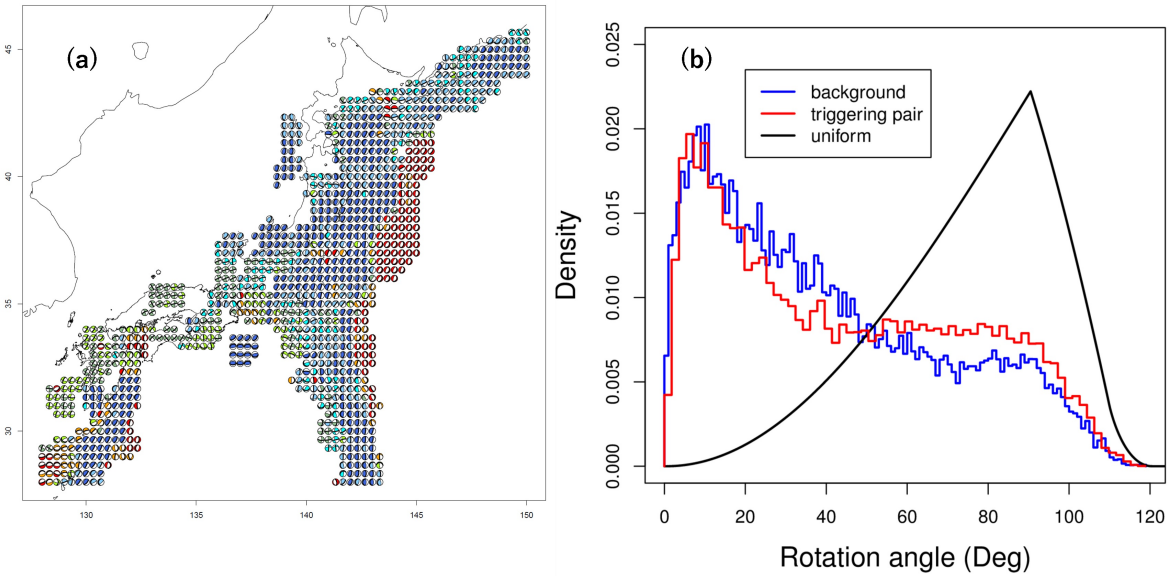
References:

Zhuang J., (2011) , *Next-day earthquake forecasts for the Japan region generated by the ETAS model.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Earth Planets Space, 63, 207-216. doi:10.5047/eps.2010.12.010.
Kagan Y.Y. and Jackson D. D. (2014) Statistical earthquake focal mechanism forecasts. **Geophys. J. Int.** 197, 620–629. doi: 10.1093/gji/ggu015

キーワード：地震機構、確率分布、地震クラスター、常時地震、ETASモデル
Keywords: earthquake focal mechanism, probability distribution, earthquake cluster, background seismcity, ETAS model



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New Ground Motion Prediction Equations for Western Saudi Arabia

*木内 亮太[1,2]、Walter Mooney[1]、Hani Zahran[3]
*Ryota Kiuchi[1,2], Walter Mooney[1], Hani Zahran[3]

1. U.S. Geological Survey、2. 京都大学防災研究所、3. Saudi Geological Survey
1. U.S. Geological Survey, 2. Disaster Prevenetion Research Institute, Kyoto University, 3. Saudi Geological Survey

We developed Ground Motion Prediction Equations (GMPEs) for western Saudi Arabia using 2770 selected records of PGA and PGV from 177 earthquakes of magnitude 3.0 –5.4, recorded at 58 stations in the distance range from 1 km to 400 km. Our GMPEs are developed based on one of the NGA-West2 Project GMPEs (Boore et al., 2014) by employing a mixed effects regression model.

Saudi Arabia is surrounded by several active tectonic regions, including an extension in the Red Sea and left-lateral strike-slip motion in the Gulf of Aqaba and along the Dead Sea Transform Fault (DSTF). In this area, multiple seismic swarms in and around volcanic fields, also known as harrats, have been detected over the past several decades (El-Isa and Shanti, 1989). The most recent large earthquake swarm in the region, which included more than 30,000 earthquakes, occurred from April to June 2009 beneath the volcanic field of Harrat Lunayyir in northwestern Saudi Arabia. The strongest seismic activity occurred May 13-19, 2009 and consisted of events M > 4 (Pallister et al., 2010). The largest earthquake occurred on May 19th, ML 5.4 as estimated by the SGS (Saudi Geological Survey) and Mw 5.7 by the USGS.

The NGA-West2 project used as a reference model mainly consists of shallow crustal earthquakes in active tectonic regions, rather than extensional earthquakes, such as those observed in Saudi Arabia. This deficiency is corrected by calculating a magnitude scaling of the new Saudi Arabia GMPEs compared to those of Boore et al. (2014). Furthermore, there is a clear difference in distance scaling for the Arabian GMPEs in comparison with the NGA-West2 GMPEs. This difference is especially significant at large distances and is mainly due to lower anelastic attenuation in the crystalline crust of western Saudi Arabia. Our empirical data demonstrate that the GMPEs presented here are in good agreement with observed earthquake ground motions in western Saudi Arabia.

キーワード：GMPE、Saudi Arabia、Seismic Hazard
Keywords: GMPE, Saudi Arabia, Seismic Hazard

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study on the spatial and temporal change of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake, Taiwan

*TING YA LIANG[1], Wen-Yen Chang[1,2,3], Strong Wen[4]

1. National DONG HWA University, 2. Eastern Taiwan Earthquake Research Center, 3. National Center for Research on Earthquake Engineering, 4. National Chung Cheng University

Taiwan is located in the plate converge zone, in which the Longitudinal Valley(LV) is the suture zone between the Eurasian Plate and Philippine Sea Plate. The collision process yields two nearly parallel major fault systems: the Central Range fault (CRF) and the Longitudinal Valley fault(LVF). The Chihshang fault is a creeping thrust fault, which is located in the southern section of the LVF in eastern Taiwan. According to geodetic survey, this fault moves to northwest at a rate approximately 2–3 cm/yr. There were two significant earthquakes occurred nearby the Chihshang fault, the 1951 M7.1 Hualien-Taitung earthquake and the 2003 M6.4 Chengkung earthquake. In this study, the spatial and temporal variations of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake were obtained through the tomography inversion beneath the southern segment of the Longitudinal Valley. The damping least-square technique and 3D ray tracing scheme were adopted to calculate the most appropriate solution and obtain the velocity structures. The results showed that the Vp values exhibit less significant variations than the parameters Vs and Vp/Vs ratio. But the Vs structures show larger variation after the 2003 mainshock. These results imply that Vp/Vs ratios began to increase before the mainshock, at the hanging wall of the Chihshang fault, which may be related to the increasing density of microcracks and fluid. Previous studies has shown that high Vp/Vs ratio may lead to cracks generating and fluid migration, which can result in changing rock volume and produce partial compensation. Therefore, our results not only give better understanding the seismogenic structures in the ES Taiwan, but also allow us to detect variations of physical parameters caused by crack propagating in stratum during the strong earthquake sequence. Hence, this study shows that the results from temporal and spatial variation of Vp/Vs values in the southern segment of the LVF could allow us to assess the seismic hazard potential in this area, and further explore the relationship between the seismicity and the rheology of fault plane. Finally, long-term monitoring of fault activities will contribute to the research of future earthquake early warning.

Keywords: spatial and temporal variations, Vp/Vs ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[S-SS07] Rigorous Seismicity Modelling and Hypothesis Testing

コンビーナ:庄 建倉(統計数理研究所)、Schorlemmer Danijel(GFZ German Research Centre for Geosciences)、Matt Gerstenberger(GNS Science)、鶴岡 弘(東京大学地震研究所)

Probabilistic models have been developed for describing, analyzing, and forecasting seismicity since more than 100 years and, with the advent of large-scale digital networks, in high resolution during the last 30 years. These models include recurrence and stress-release models for long-term earthquake hazard assessment, and short-term models describing earthquake clustering, e.g. the ETAS model. Some models have become standard tools in seismic hazard assessment. However, the overall probabilities remain on the low end and the uncertainties of the forecasts are not well described. Rigorous data-based development and testing of models will help further improving forecasting power and accuracy of these models. Similarly, new hypotheses shall be evaluated rigorously using some existing model as the null hypothesis model or in dedicated tests addressing the hypothesis directly. In this context, the Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability and its Japan branch provides the necessary testing capabilities for rigorous and unbiased evaluation of models and hypotheses. This session focuses on research that increases information on seismicity, being with respect to a reference model or as an independent hypothesis. We solicit contributions of model developments and hypothesis formulation based on the increased understanding of the physical process of earthquakes, such as the preparation and rupture processes of the earthquake source and the interaction between earthquakes and tectonic environments. We also welcome development and implementation of improved statistical methods for testing and validating physical hypotheses based on observed data. In particular, we welcome contributions about model- or hypothesis-test experiments that could be implemented in the Japan testing center.

[SSS07-P01] Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan

*Hsieh Ming-Che[1]、Yen Yin-Tung[1]、Ma Kuo-Fong[2,3] (1.Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan、2.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan、3.Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan)

[SSS07-P02] Increasing Earthquake Forecast Testability - CSEP Future Developments

*Danijel Schorlemmer[1]、Naoshi Hirata[2]、Fabrice Cotton[1]、Matt Gerstenberger[3]、Thomas Jordan[7]、Warner Marzocchi[4]、William Savran[7]、Maximilian Werner[5]、Stefan Wiemer[6]、Thomas Beutin[1]、David D Jackson[8]、Philip Maechling[7]、Sum Mak[1]、Kazuyoshi Nanjo[9]、Yosihiko Ogata[10]、David Rhoades[3]、Hiroshi Tsuruoka[2]、Graeme Weatherill[1]、Jiancang Zhuang[10] (1.GFZ German Research Centre for Geosciences、2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan、3.GNS Science, Lower Hutt, New Zealand、4.University of Naples, Naples, Italy、5.University of Bristol, Bristol, United Kingdom、6.ETH Zurich, Zurich, Switzerland、7.University of Southern California, Los Angeles, USA、8.University of California Los Angeles, Los Angeles, USA、9.University of Shizuoka, Shizuoka, Japan、10.Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa, Japan)

[SSS07-P03] Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

*Gerstenberger Matt[1]、Schorlemmer Danijel[2] (1.GNS Science、2.GFZ-Potsdam)

[SSS07-P04] An extreme value analysis of seismograms designed for early forecast of aftershocks

*澤崎 郁[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS07-P05] Spatio-temporal clustering of successive earthquakes: data analyses of global data.

*THYSTERE MATONDO BANTIDI[1]、Takeshi Nishimura[1] (1.Tohoku University)

[SSS07-P06] CSEPJapanにおける関東3ヶ月予測結果

*鶴岡 弘[1]、平田 直[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS07-P07] Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

熊 子瑶[2]、*庄 建倉[1]、周 仕勇[2] (1.統計数理研究所、2.北京大学)

[SSS07-P08] **Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan**

*庄 建倉[1,2]、蒔田 恵理[2] (1.統計数理研究所、2.総合大学院大学)

[SSS07-P09] New Ground Motion Prediction Equations for Western Saudi Arabia

*木内 亮太[1,2]、Walter Mooney[1]、Hani Zahran[3] (1.U.S. Geological Survey、2.京都大学防災研究所、3.Saudi Geological Survey)

[SSS07-P10] Study on the spatial and temporal change of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake, Taiwan

*TING YA LIANG[1]、Wen-Yen Chang[1,2,3]、Strong Wen[4] (1.National DONG HWA University、2.Eastern Taiwan Earthquake Research Center、3.National Center for Research on Earthquake Engineering、4.National Chung Cheng University)

Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan

Development of Physics-based Ground Motion Simulation in A Hybrid Approach and Applications to Seismic Hazard Assessment in Taiwan

*Hsieh Ming-Che[1]、Yen Yin-Tung[1]、Ma Kuo-Fong[2,3]
*Ming-Che Hsieh[1], Yin-Tung Yen[1], Kuo-Fong Ma[2,3]

1. Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan、2. Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan、3. Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan
1. Disaster Prevention Technology Research Center, Sinotech Engineering Consultants (Inc.), Taiwan, 2. Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan, 3. Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management Center, National Central University, Taiwan

Damages to engineering structures by an earthquake depend on the entire time history of the ground motion, which is affected by a number of factors including source-rupture process, seismic-wave velocity structure, topographic relief, and local site condition. To quantitatively assess these effects to ground motion, physics-based ground motion simulation is a powerful tool which enables rigorous modeling of each effect and their coupling. In this study, we present a recent-developed physics-based ground motion simulator in generating broadband seismograms for seismic hazard assessment. The simulator is essentially based on a hybrid approach in which long-period synthetics are calculated by the efficient 3-D strain Green’s tensor (SGT) and short-period synthetics are modeled by the stochastic method. Physical effects of (1) source slip distribution, (2) seismic wave propagation, (3) surface topography and (4) site amplification are taken into account. This hybrid approach has been validated by the 2016 M_W6.6 Meinong earthquake in southern Taiwan and reveals good potential for engineering applications. We also carried out simulations to model rupture scenarios of seismogenic structure and subduction zone sources. Output full waveform and ground motion parameters, e.g. peak ground acceleration (PGA) and 1.0-s-period spectral acceleration (SA1.0), have been further implemented to risk estimation, and even earthquake drill. Our result shows the ground motion simulator has the potential for earthquake scenario modeling and hazard assessment.

キーワード：Ground motion simulation、Seismic hazard assessment、Strain Green’s tensor、Stochastic method
Keywords: Ground motion simulation, Seismic hazard assessment, Strain Green’s tensor, Stochastic method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Increasing Earthquake Forecast Testability - CSEP Future Developments

*Danijel Schorlemmer[1], Naoshi Hirata[2], Fabrice Cotton[1], Matt Gerstenberger[3], Thomas Jordan[7], Warner Marzocchi[4], William Savran[7], Maximilian Werner[5], Stefan Wiemer[6], Thomas Beutin[1], David D Jackson[8], Philip Maechling[7], Sum Mak[1], Kazuyoshi Nanjo[9], Yosihiko Ogata[10], David Rhoades[3], Hiroshi Tsuruoka[2], Graeme Weatherill[1], Jiancang Zhuang[10]

1. GFZ German Research Centre for Geosciences, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Japan, 3. GNS Science, Lower Hutt, New Zealand, 4. University of Naples, Naples, Italy, 5. University of Bristol, Bristol, United Kingdom, 6. ETH Zurich, Zurich, Switzerland, 7. University of Southern California, Los Angeles, USA, 8. University of California Los Angeles, Los Angeles, USA, 9. University of Shizuoka, Shizuoka, Japan, 10. Institute of Statistical Mathematics, Tachikawa, Japan

The Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability (CSEP) has expanded over the years to many different testing areas hosted at multiple testing centers. Hundreds of earthquake forecast models have been submitted to CSEP and are being tested. New testing metrics were developed and implemented and a lot of progress was made to establish CSEP as an institution that cannot be ignored when issuing earthquake forecasts. Its rigor and independence became the standard in evaluating earthquake forecasts and in reporting on the results.

In the framework of the testing activities of the Global Earthquake Model, one line of expanding the capabilities of CSEP was developed at GFZ Potsdam. The group there applied the mechanisms that CSEP introduced to earthquake forecast models to the area of intensity prediction equations (IPEs) and ground-motion prediction equations (GMPEs). The first truly prospective tests were carried out on IPEs for Italy and also on GMPEs for Japan and New Zealand. This new set of tests helped CSEP move into the hazard domain and increase the relevance of its results to the hazard community. Finally, the group at GFZ Potsdam has also conducted the first prospective test of the US national seismic hazard maps.

Although these tests have been successful and well-received, they have also shown the limitations of the CSEP approach. Many aspects of seismic hazard or earthquake forecasting remain inherently untestable if only the model forecasts are tested and not the model ingredients. We propose to continue along the lines of the GFZ Potsdam developments and create new areas of activity for CSEP, namely targeted experiments that cannot be conducted with the current CSEP software system. As part of the eGSIM (European Ground Shaking Intensity Models) service, we will introduce permanent testing of IPEs and GMPEs to the testing center to establish strong performance records to be used in hazard models. Further targeted experiments include the predictive power of b-values, discrimination of foreshocks for short-term forecasting, as well as a deeper look into precursory
phenomena applying CSEP-style rigorous testing. We support including testability in future hazard models or their components to move to better testable seismic hazard models. Finally, to expand into the risk domain, we will test exposure models against new and independent data.

Keywords: Seismicity, Forecasting, Testing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

Precision versus uncertainty in regional seismic hazard mapping

*Gerstenberger Matt[1]、Schorlemmer Danijel[2]
*Matt Gerstenberger[1], Danijel Schorlemmer[2]

1. GNS Science、2. GFZ-Potsdam
1. GNS Science, 2. GFZ-Potsdam

Regional and national seismic hazard mapping efforts have increasingly pursued more detailed and precise models and outputs, particularly in terms of source characterisation and modelling. With increasing precision comes increasing uncertainty. In recent years much attention has been paid to modelling uncertainty in ground-motion models and including this in seismic hazard modelling. However, much less effort has been made to quantify and model uncertainty in seismic source characterisation. This raises two questions: 1) is increasing precision appropriate when uncertainty remains poorly quantified? 2) what is the optimal balance between precision and uncertainty? Ultimately the answer to this depends on the end-uses of the models and the implications of increasing uncertainty with increasing precision. Here we explore some of the main sources of uncertainty in seismic source characterisation such as incomplete and limited records of earthquake occurrence in paleoseismic data and earthquake catalogues, non-stationarity of seismicity and the poisson assumption, fault source characterisation and so-called moment balancing. We pay particular focus to uncertainties in estimating hazard in less seismically active regions and the implications for building design guidance.

キーワード：Seismic hazard、PSHA、uncertainty
Keywords: Seismic hazard, PSHA, uncertainty

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An extreme value analysis of seismograms designed for early forecast of aftershocks

*澤崎 郁[1]
*Kaoru Sawazaki[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Conventional aftershock forecasting has been operated through applying the Gutenberg-Richter and Omori-Utsu laws to an earthquake catalog. However, catalog’ s quality is influenced by detectability of earthquake signals (P or S waves), which causes degradation of the catalog in the early stage after a large earthquake and at regions which are sparsely covered by seismograph network. This eventually causes the catalog’ s nonuniformity and limitation of the forecasting performance.

In this study, we propose a new approach designed for high-performance early aftershock forecasting without using earthquake catalog. Instead, we use a continuous seismogram recorded at each station. First, we pick the maximum amplitude of the seismogram obtained in every assigned time interval (e.g., 1 minute). This picking process can be completely automated and is rarely affected by overlap of multiple seismic signals occurring in approximately the same time. We empirically derive a probability distribution (PD) that accounts for the frequency of the maximum amplitudes. This PD is essentially a non-stationary extreme value distribution derived from the generalized Pareto distribution (GPD) and the Omori-Utsu type temporal decay. We optimize three parameters that control the PD shape (K_a: parameter that controls whole aftershock activity, p_a: parameter that controls temporal decay of the aftershock frequency, m: parameter that controls power-law decay of the maximum amplitude) by applying the maximum likelihood estimation to the observed maximum amplitudes. By extrapolating the optimized PD, we estimate the number of maximum amplitudes that will exceed a threshold value within arbitral time interval in the future. The proposed approach provides forecast of peak ground motion at each station rather than magnitude, which is directly desired for public use. Moreover, the forecasted peak ground motion may automatically incorporate many factors that cannot be described by a simple ground motion attenuation model (e.g., site amplification, radiation pattern, rupture directivity, and so on).

We apply the proposed method to 25 Hi-net seismograms recorded the 2016 Kumamoto earthquakes in Japan. We set the learning periods every one hour after the mainshock (Mj7.3), and set the forecasting period within 24 hours after the end of each learning period. We find that parameters K_a and m become temporally stable within a few hours after the mainshock at many stations. On the other hand, the parameter p_a temporally varies more probably because the induced seismicity at northeast area (Aso and Oita regions) strongly affects the apparent temporal decay rate of the amplitudes. Within 3 hours after the mainshock, the forecasted number of the maximum amplitudes exceeding 10^{-4} m/s is within 0.5 to 2.0 times the actual observation for about 80 % of the used stations. For the threshold amplitude of 10^{-3} m/s, on the other hand, the forecasted number tends to overestimate, probably due to saturation of seismograms by both artificial and physical reasons.

キーワード：極値解析、余震予測、最大地震動
Keywords: extreme value analysis, aftershock forecasting, peak ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatio-temporal clustering of successive earthquakes: data analyses of global data.

*THYSTERE MATONDO BANTIDI[1], Takeshi Nishimura[1]

1. Tohoku University

Spatio-temporal clustering of seismicity is an interesting phenomenon in the earthquake generation process. We investigate the earthquakes closely occurring in space and time, which have been sometimes observed at various regions. A recent example is *Mw*6.5 earthquake at Hinagu active fault on April 14, 2016, followed by a *Mw*7.3 at Futagawa active fault on April 16. The present study analyzes moderate and large earthquakes to clarify characteristics of such successive occurrence of earthquakes.

We use the Global Centroid Moment Tensor catalog for the period from 1976 to 2016. Earthquakes with moment magnitudes (*Mw*) of larger or equal to 5.0 and with depths less than or equal to 70 km are analyzed. The earthquakes that occur within some horizontal distance ranges (Δd*:* from 10 to 500 km*)*, and lapse times (Δt=30, 180 and 365 days*)* from the occurrence of each target earthquake is grouped in a cluster, and the number of clusters are counted.

The results show that cumulative numbers of clusters almost constantly increase in the logarithmic scale with increasing Δt, and the number of clusters increases constantly in general with increasing Δd. For example, for the *Mw* 5.0 –5.5, the cumulative number of clusters at Δd*=100* km are 3177, 4525 and 4808, respectively, for Δt of 30, 180 and 365 days.

To examine whether or not these successive earthquakes occur randomly, in other words, whether or not these successive earthquakes occur under some physical conditions, we compare the observed results with simulations in which earthquakes are set to randomly occur in time. The results show that the observed cumulative numbers of clusters are larger than those of simulation in short distance ranges. The former gradually approach to the latter with increasing the horizontal distance, and merge into a same number at a distance, which is defined as “triggering distance” in the present study. As Δt increases, the occurrence probability decreases and approaches to the normal condition in which the occurrence time intervals of earthquakes obey a Poisson distribution. For example, the triggering distances of Mw5.0-5.5 are 420 km and 66 km, respectively, for Δt*=30* days and *365* days. The results obtained by changing the parameters related to the spatial and temporal distributions of aftershock show no significant difference in the number of clusters and triggering distances.

Keywords: Clustering, Successive earthquakes, Triggering distance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CSEPJapanにおける関東3ヶ月予測結果
Kanto 3 month testing class results of CSEP Japan

*鶴岡 弘[1]、平田 直[1]
*Hiroshi Tsuruoka[1], Naoshi Hirata[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, Tokyo Univ.

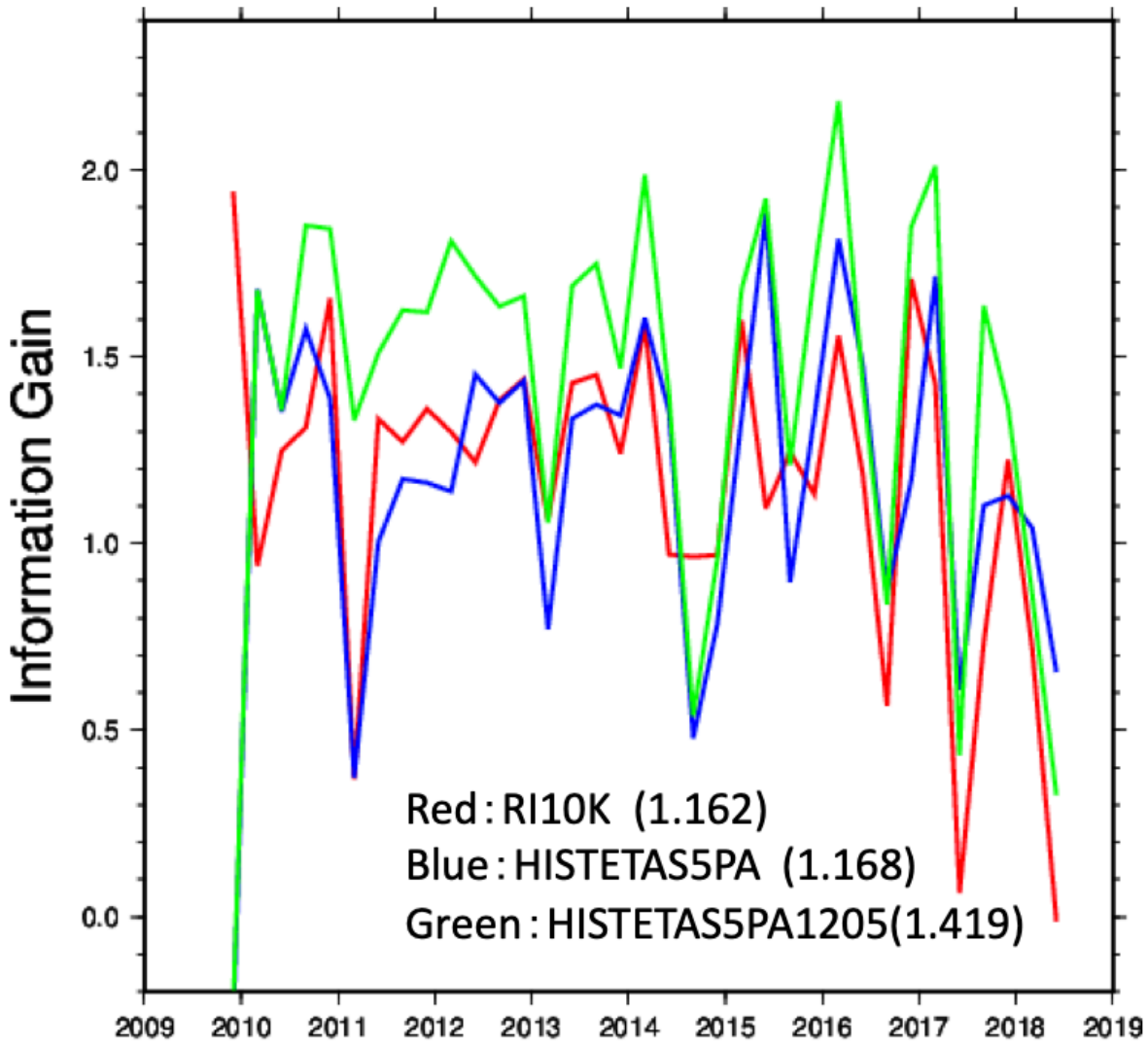
CSEP Japan における関東テスト領域の3ヶ月テスト結果を報告する．モデルは，RI10K，HISTETAS5PAおよびHISTETAS5PA1205である．HISTETAS5PA1205は東北地方太平洋沖地震後にテストセンターに投稿されたモデルとなる．テスト結果は，2009年11月1日からの約40ラウンド分である．

CSEPの標準テスト結果は，2017/5/1-8/1のラウンドにおいて，RI10KはS-testをパスしていなかった．また，観測地震数が少ない場合にすべてのモデルでN-Testをパスしていないラウンド等もあった．全ラウンドの各モデル毎の地震1個あたりの情報利得値の平均を計算するとHISTETAS5PA1205, HISTETAS5PA, RI10Kそれぞれ1.419, 1.168, 1.162であった．地震数の予測についてはHISTETA5PA1205は観測地震数をよく予測しているが，他のモデルは学習期間における平均発生数となるためあまりあっていないことがわかる．

複数ラウンドの結果から，地震数の予測についてモデル毎の対応が異なっておりこの精度向上は予測モデルの向上に直結する．また，モデルの評価は、空間予測性能と地震数の予測性能を評価することでよく把握できると思われる．

キーワード：地震予測可能性、CSEP
Keywords: Earthquake Predictability, CSEP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

Long-term earthquake risk in North China estimated from a modern catalogue

熊 子瑶[2]、*庄 建倉[1]、周 仕勇[2]
Ziyao Xiong[2], *Jiancang Zhuang[1], Shiyong Zhou[2]

1. 統計数理研究所、2. 北京大学
1. Institute of Statistical Mathematics, 2. Peking University

In this study, to obtain optimal estimates of the earthquake hazard in North China based on the modern earthquake catalogue, we used two variable kernel function estimation methods and two spatial tessellation methods to calculate the total and background seismic spatial occurrence rates for the study area.

The first problem of this study is to derive the best estimate of the long-term earthquake risk in North China. To address the first problem, we use the kernel function estimation methods of Stock and Smith (2002) and Zhuang et al. (2002), the Bayesian Delaunay-Tessellation Smoothing Method used by Ogata (ODTB) (2003, 2004), and ICVT to estimate the total earthquake hazard for North China. The results were compared and analyzed through the cross-validation method, to ensure accurate reflection of the seismic activity in North China. The sophisticated ODTB method is more stable than the others, but is relatively expensive, in terms of computation demands, while Zhuang et al.’s kernel estimate and the new ICVT method are able to provide reasonable estimates and easier to implement.

For the second problem, of b-value, we use Ogata’s method (2004, 2015) based on free nodes, to calculate the *b*-value spatial distribution. We expect that the obtained results of the spatial distribution of seismic risk and *b*-value provide a reference for the evaluation and prediction of large earthquakes and stress distribution in the study area.

For the third problem, we use two methods to estimate background seismic rates, and compare the results. The first method uses the result of the background seismic event probability, calculated by the epidemic-type aftershock sequence (ETAS) model (Zhuang et al., 2002; Zhuang, 2011), to simulate the background seismic risk distribution. The second method is to calculate the spatial distribution of earthquake hazard by using the HIST-ETAS model (Ogata, 2004).

Using comparative analyses and simulation experiments, we show that all of methods give similar spatial patterns of seismic occurrences.

キーワード：地震リスク、分割、常時地震活動、ETASモデル
Keywords: seismic risk, tessellation, background seismicity, ETAS model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan

Distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan

*庄 建倉[1,2]、蒔田 恵理[2]
*Jiancang Zhuang[1,2], Eri Maita[2]

1. 統計数理研究所、2. 総合大学院大学
1. Institute of Statistical Mathematics, 2. Graduate University for Advanced Studies

This study tries to find the probability distributions of focal mechanisms in background seismicity and earthquake clusters in Japan by analyzing F-net data. To describe the probability distribution, each focal mechanism is discomposed as the result of a rotation about a particular pole starting from a reference focal mechanism. In this study, DC4 symmetry is considered, i.e., either nodal-plane can be the fault plane and the two sides of the fault plane are distinguishable.

To separate the background and clustering seismicity, we fit the space-time ETAS model (e.g., Zhuang et al, 2011) to the earthquakes with magnitude 4.2+ from 1997 to 2017 in the F-net catalog, and use the stochastic declustering method to estimate the background probabilities that each event is a background event and the triggered probabilities that each event is triggered by other events.

For the background events, the reference focal mechanism is taken as the average focal mechanism in each area, calculated by the method in Kagan (2014). The ration angles between a background event and the mean focal mechanisms at *(x, y)* is reconstructed by

$\zeta(\Delta) \propto \sum_j \phi_j I$(Rotation angle betwen j and the mean focal mechanism is within $(\Delta-\delta, \Delta+\delta)$),

where j runs over all background events near x,y, δ is a small number, and ϕj is the background probability estimated from fitting the space-time ETAS model. For the triggered events, the reference focal mechanism is naturally taken the focal mechanism of the event which triggers it. The rotation angles between the parent event and its direct offspring are reconstructed by

$\xi(\Delta) \propto \sum_{i,j} \rho_{i,j} I$(Rotation angle betwen i and j is within $(\Delta-\delta, \Delta+\delta)$) .

where i and j run over all the event pairs in the catalog, ρij is the probability that event j is triggered by event i estimated based on the ETAS model.

We find that the rotation poles are almost uniformly distributed. The reconstructed results for the rotation angles are shown in Figure 1.

Figure 1 (a) mean focal mechanisms of background seismicity in Japan. (b) Reconstructed distribution of rotation angles for focal mechanisms in the background seismicity and triggered seismicity.

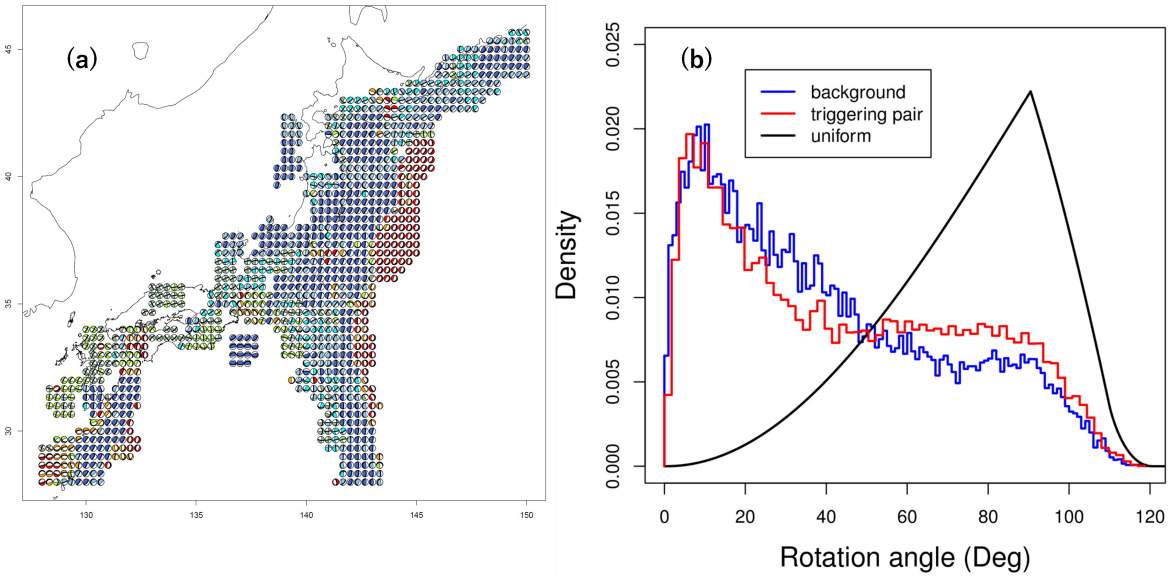
References:

Zhuang J., (2011) , *Next-day earthquake forecasts for the Japan region generated by the ETAS model.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Earth Planets Space, 63, 207-216. doi:10.5047/eps.2010.12.010.
Kagan Y.Y. and Jackson D. D. (2014) Statistical earthquake focal mechanism forecasts. **Geophys. J. Int.** 197, 620–629. doi: 10.1093/gji/ggu015

キーワード：地震機構、確率分布、地震クラスター、常時地震、ETASモデル
Keywords: earthquake focal mechanism, probability distribution, earthquake cluster, background seismcity, ETAS model



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New Ground Motion Prediction Equations for Western Saudi Arabia

*木内 亮太[1,2]、Walter Mooney[1]、Hani Zahran[3]
*Ryota Kiuchi[1,2], Walter Mooney[1], Hani Zahran[3]

1. U.S. Geological Survey、2. 京都大学防災研究所、3. Saudi Geological Survey
1. U.S. Geological Survey, 2. Disaster Prevenetion Research Institute, Kyoto University, 3. Saudi Geological Survey

We developed Ground Motion Prediction Equations (GMPEs) for western Saudi Arabia using 2770 selected records of PGA and PGV from 177 earthquakes of magnitude 3.0 –5.4, recorded at 58 stations in the distance range from 1 km to 400 km. Our GMPEs are developed based on one of the NGA-West2 Project GMPEs (Boore et al., 2014) by employing a mixed effects regression model.

Saudi Arabia is surrounded by several active tectonic regions, including an extension in the Red Sea and left-lateral strike-slip motion in the Gulf of Aqaba and along the Dead Sea Transform Fault (DSTF). In this area, multiple seismic swarms in and around volcanic fields, also known as harrats, have been detected over the past several decades (El-Isa and Shanti, 1989). The most recent large earthquake swarm in the region, which included more than 30,000 earthquakes, occurred from April to June 2009 beneath the volcanic field of Harrat Lunayyir in northwestern Saudi Arabia. The strongest seismic activity occurred May 13-19, 2009 and consisted of events M > 4 (Pallister et al., 2010). The largest earthquake occurred on May 19th, ML 5.4 as estimated by the SGS (Saudi Geological Survey) and Mw 5.7 by the USGS.

The NGA-West2 project used as a reference model mainly consists of shallow crustal earthquakes in active tectonic regions, rather than extensional earthquakes, such as those observed in Saudi Arabia. This deficiency is corrected by calculating a magnitude scaling of the new Saudi Arabia GMPEs compared to those of Boore et al. (2014). Furthermore, there is a clear difference in distance scaling for the Arabian GMPEs in comparison with the NGA-West2 GMPEs. This difference is especially significant at large distances and is mainly due to lower anelastic attenuation in the crystalline crust of western Saudi Arabia. Our empirical data demonstrate that the GMPEs presented here are in good agreement with observed earthquake ground motions in western Saudi Arabia.

キーワード：GMPE、Saudi Arabia、Seismic Hazard
Keywords: GMPE, Saudi Arabia, Seismic Hazard

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study on the spatial and temporal change of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake, Taiwan

*TING YA LIANG[1], Wen-Yen Chang[1,2,3], Strong Wen[4]

1. National DONG HWA University, 2. Eastern Taiwan Earthquake Research Center, 3. National Center for Research on Earthquake Engineering, 4. National Chung Cheng University

Taiwan is located in the plate converge zone, in which the Longitudinal Valley(LV) is the suture zone between the Eurasian Plate and Philippine Sea Plate. The collision process yields two nearly parallel major fault systems: the Central Range fault (CRF) and the Longitudinal Valley fault(LVF). The Chihshang fault is a creeping thrust fault, which is located in the southern section of the LVF in eastern Taiwan. According to geodetic survey, this fault moves to northwest at a rate approximately 2–3 cm/yr. There were two significant earthquakes occurred nearby the Chihshang fault, the 1951 M7.1 Hualien-Taitung earthquake and the 2003 M6.4 Chengkung earthquake. In this study, the spatial and temporal variations of velocity structure before and after 2003 Chengkung earthquake were obtained through the tomography inversion beneath the southern segment of the Longitudinal Valley. The damping least-square technique and 3D ray tracing scheme were adopted to calculate the most appropriate solution and obtain the velocity structures. The results showed that the Vp values exhibit less significant variations than the parameters Vs and Vp/Vs ratio. But the Vs structures show larger variation after the 2003 mainshock. These results imply that Vp/Vs ratios began to increase before the mainshock, at the hanging wall of the Chihshang fault, which may be related to the increasing density of microcracks and fluid. Previous studies has shown that high Vp/Vs ratio may lead to cracks generating and fluid migration, which can result in changing rock volume and produce partial compensation. Therefore, our results not only give better understanding the seismogenic structures in the ES Taiwan, but also allow us to detect variations of physical parameters caused by crack propagating in stratum during the strong earthquake sequence. Hence, this study shows that the results from temporal and spatial variation of Vp/Vs values in the southern segment of the LVF could allow us to assess the seismic hazard potential in this area, and further explore the relationship between the seismicity and the rheology of fault plane. Finally, long-term monitoring of fault activities will contribute to the research of future earthquake early warning.

Keywords: spatial and temporal variations, Vp/Vs ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-SS07] Rigorous Seismicity Modelling and Hypothesis Testing

コンビーナ:庄 建倉(統計数理研究所)、Schorlemmer Danijel(GFZ German Research Centre for Geosciences)、Matt Gerstenberger(GNS Science)、鶴岡 弘(東京大学地震研究所)、座長:Matthew Gerstenberger(GNS Science, New Zealand)、Danijel Schorlemmer(GFZ-Potsdam, Germany)

Probabilistic models have been developed for describing, analyzing, and forecasting seismicity since more than 100 years and, with the advent of large-scale digital networks, in high resolution during the last 30 years. These models include recurrence and stress-release models for long-term earthquake hazard assessment, and short-term models describing earthquake clustering, e.g. the ETAS model. Some models have become standard tools in seismic hazard assessment. However, the overall probabilities remain on the low end and the uncertainties of the forecasts are not well described. Rigorous data-based development and testing of models will help further improving forecasting power and accuracy of these models. Similarly, new hypotheses shall be evaluated rigorously using some existing model as the null hypothesis model or in dedicated tests addressing the hypothesis directly. In this context, the Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability and its Japan branch provides the necessary testing capabilities for rigorous and unbiased evaluation of models and hypotheses. This session focuses on research that increases information on seismicity, being with respect to a reference model or as an independent hypothesis. We solicit contributions of model developments and hypothesis formulation based on the increased understanding of the physical process of earthquakes, such as the preparation and rupture processes of the earthquake source and the interaction between earthquakes and tectonic environments. We also welcome development and implementation of improved statistical methods for testing and validating physical hypotheses based on observed data. In particular, we welcome contributions about model- or hypothesis-test experiments that could be implemented in the Japan testing center.

15:30 ~ 15:45

[SSS07-01] Improving medium-term earthquake forecasts by compensating the EEPAS model for the time-lag

★Invited Papers

David Rhoades[1]、Christophersen Annemarie[1]、*Matt Gerstenberger[1] (1.GNS Science)

15:45 ~ 16:00

[SSS07-02] Earthquake probability forecast incorporating non-seismic data

*Peng Han[1]、Jiancang Zhuang[2]、Yosihiko Ogata[2]、Katsumi Hattori[3] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan 、3.Chiba University, Chiba, Japan)

16:00 ~ 16:15

[SSS07-03] Extended versions of the space-time ETAS model and application to the 2016 Kumamoto earthquake sequence

★Invited Papers

*YICUN GUO[1]、Jiancang Zhuang[1]、Yosihiko Ogata[1] (1.The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan)

16:15 ~ 16:30

[SSS07-04] CSEP Japan の結果と今後に向けて

*平田 直[1]、鶴岡 弘[1]、Schorlemmer Danijel[3]、庄 建倉[2] (1.東京大学地震研究所、2.統計数理研究所、3.GFZ)

16:30 ~ 16:45

[SSS07-05] From the studies of historical earthquakes to the implication of single fault to multiple fault segments ruptures in seismic hazard analysis

★招待講演

*Ma Kuo-Fong[1,2,3]、Yen Mingshen [1]、Liao Yiwun[1]、Su Henyi[2] (1.Earthquake - Disaster & Risk Evaluation and Managment (E-DREaM) Center, National Central University, Taiwan, ROC、2.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan, ROC、3.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan, ROC)

16:45 ~ 17:00

[SSS07-06] **首都圏直下の３次元高解像度地震活動予測**

★招待講演

*尾形 良彦[1,2]、桂 康一、鶴岡 弘[2]、平田 直[2] (1.大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構　統計数理研究所、2.東京大学地震研究所)

Improving medium-term earthquake forecasts by compensating the EEPAS model for the time-lag

David Rhoades[1], Christophersen Annemarie[1], *Matt Gerstenberger[1]

1. GNS Science

The “Every Earthquake a Precursor According to Scale” (EEPAS) model treats every earthquake as a precursor of larger earthquakes to follow it in the medium term. Each earthquake contributes a transient increment to the expected rate of earthquake occurrence in its vicinity, based on empirical predictive scaling relations associated with the precursory scale increase phenomenon. Incomplete information on precursory earthquakes causes the EEPAS model to under-predict the expected number of earthquakes when forecasting across a time-lag. We modify EEPAS to compensate for the time-lag when calculating future forecasts. Given a set of model parameters, the completeness of precursory information can be expressed as a function of the target earthquake magnitude and the time-lag. The EEPAS model has a time-varying component and a background component. We consider two end-members for compensating the model for incompleteness: one entirely in the background component, and the other entirely in the time-varying component. We estimate an optimal mixture of these two end-members for time-lags out to 12 years using several different versions of the EEPAS model and subsets of the New Zealand earthquake catalogue to which EEPAS was previously fitted. Performance is checked on an independent test period. The optimal compensated model having increasingly high information gains over the original EEPAS model with increasing time-lags. Using catalogue data complete to 2018, the compensated models forecast increased annual probabilities of earthquake occurrence above magnitude thresholds from 6.0 to 8.0 in central New Zealand in the period 2019-2030 relative to the preceding period 2008-2018.

Keywords: earthquake forecasting, EEPAS, hypothesis testing, New Zealand

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Earthquake probability forecast incorporating non-seismic data

*Peng Han[1], Jiancang Zhuang[2], Yosihiko Ogata[2], Katsumi Hattori[3]

1. Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China, 2. The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan , 3. Chiba University, Chiba, Japan

This study aims to develop statistical models for earthquake temporal occurrences based on both earthquake catalogs and other geophysical observations. As an example, the seismomagnetic signals at Kakioka (KAK) station are utilized to illustrate the modeling strategies, because previous studies suggest they might contain certain precursory information of local sizable earthquakes. Self-exciting, external-exciting, and combined models modified from Ogata’ s LIN-LIN algorithm have been applied to forecast the occurrences of M>4.05 earthquakes within 100 km from the KAK station. The self-exciting and external-exciting models perform significantly better than the Poisson Model, implying there are explanatory power in earthquake catalogs and magnetic anomalies, respectively. The combined model, which integrates information from catalogs and magnetic observations, is greatly superior to any of the other three models. Additional tests show that external exciting component derived from the magnetic data is not post-seismic in character, and is more likely to cooperate with large earthquakes. The combined model proposed in this study could also be useful to incorporate other non-catalog observations and may have potential value in improving Time-dependent hazard maps for operational forecasting.

Keywords: Probabilistic forecasting, Seismomagnetic, Modelling and interpretation, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Extended versions of the space-time ETAS model and application to the 2016 Kumamoto earthquake sequence

*YICUN GUO[1], Jiancang Zhuang[1], Yosihiko Ogata[1]

1. The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan

We proposed an extended version of the space-time ETAS model which simultaneously incorporates focal depths and rupture geometries of large earthquakes. The depth component is decoupled from earthquake hypocenters and assumed to follow the Beta distribution. This 3D-hypocenter finite-source ETAS model is applied to the 2016 Kumamoto earthquake sequence. Results from other versions of ETAS models are also obtained as comparisons. To model the dynamically triggered seismicity in Yufuin-Beppu region, an extended source which is more than two times' length of the ruptured fault of the Kumamoto mainshock is taken as its triggering source. Our results show that about 11.2% of the total seismicity is the background rate. Within the triggering source of mainshock, proportions of earthquakes being recognized as direct aftershocks of two foreshocks and the mainshock are 3.6%, 2.7%, and 23.3%, respectively. The reconstructed patterns of aftershock productivity show significant migrations in space and time. In near field (10km from slip > 1m areas), the decay of aftershock productivity follows an inverse power law of distance, verifying that aftershocks occur as an effect of stress changes imparted by the mainshock. Areas of high aftershock productivity form complementary patterns for coseismic slips, meaning that aftershocks contribute to the postseismic relaxation process.

Keywords: ETAS model, aftershock productivity, dynamic triggering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CSEP Japan の結果と今後に向けて
CSEP Japan results and future developments

*平田 直[1]、鶴岡 弘[1]、Schorlemmer Danijel[3]、庄 建倉[2]
*Naoshi Hirata[1], Hiroshi Tsuruoka[1], Danijel Schorlemmer[3], Jiancang Zhuang[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 統計数理研究所、3. GFZ
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. Institute of Statistical Mathematics, 3. GFZ German Research Centre for Geosciences

CSEPに基づく地震発生予測実験が日本では2009年11月から開始され，ほぼ10年が経った．日本においては，3つのテスト領域と4つのテストクラスが設定され，160を超えるモデルが日本のテストセンターにおいて評価されている．

実験が開始されてすぐに太平洋東北沖地震が発生し，予測結果の成績がよくなかった期間があったが，その後は回復傾向である．ただし，太平洋東北地震の影響を考慮したモデル改良によりモデルのパフォーマンスが向上することもわかった．また，地震数の予測が多くのモデルで比較的困難であるということもわかった．

予測結果の評価は，CSEP標準のテストであるN-test, M-Test, S-Test, L-testにより実施されているが，モデル間の比較のためには，対数尤度や情報利得（あるいは確率利得）が直接的で有効であることも明らかとなった．

実験が開始され10年が経ち，テストセンターにおけるハードウェアの老朽化への対策や学習データの増加により大きな配列数の確保などモデルの修正などが必要となっている．また，現在の実験はマグニチュード４あるいは5以上を予測するテストクラスが設定されているが，より大きなマグニチュードを予測するテストクラスの設定が必要である．

キーワード：地震予測可能性、CSEP
Keywords: Earthquake Predictability, CSEP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

From the studies of historical earthquakes to the implication of single fault to multiple fault segments ruptures in seismic hazard analysis

From the studies of historical earthquakes to the implication of single fault to multiple fault segments ruptures in seismic hazard analysis

*Ma Kuo-Fong[1,2,3]、Yen Mingshen [1]、Liao Yiwun[1]、Su Henyi[2]
*Kuo-Fong Ma[1,2,3], Mingshen Yen[1], Yiwun Liao[1], Henyi Su[2]

1. Earthquake - Disaster & Risk Evaluation and Managment (E-DREaM) Center, National Central University, Taiwan, ROC、2. Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan, ROC、3. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan, ROC
1. Earthquake - Disaster & Risk Evaluation and Managment (E-DREaM) Center, National Central University, Taiwan, ROC, 2. Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan, ROC, 3. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan, ROC

Historically, significant crustal damaging earthquakes in Taiwan mostly were from complicated fault system rather than from a single fault segment, which was not incorporated in the seismic hazard analysis of TEM PSHA2015, but, included in current developed new seismic hazard map of TEM PSHA2019. The 1906 M7.1 Meishan earthquake, recently, had been resolved to be from a fault system of blind NE strike thrust with EW surface breaching fault (one of the identified seismogenic structures). And, the 1935 M7.1 was occurred with bilateral rupture from a blind fault to strike-slip mechanism to the south and thrusting mechanism to the north. We employed the rupture kinematic modeling to the historical geodetic data with comparison to the intensity pattern to understand the possible involvement of the fault system. In addition to the damaging earthquakes from seismic active region, an ancient 1604 M7.5-M8.0 Quanchao damaging Earthquake in southeastern coast China region was also explored from literature intensity to understand the seismic potential of less seismic active regime in Taiwan strait. These historical and past events suggest that a single fault segment evaluation for seismic hazard might be inadequate. But, we have not yet had solution to solve this inadequacy to pin down the partition of slip rate within an identified fault system. We examined the fault rupture system from kinematic and dynamic modeling of the historical events, and examined the possible partition in slip rate for the fault segments in this identified fault system. We, further then compare its influence to the estimation of seismic hazard analysis. For development in PSHA and its application, we suggest the importance of resolving historical damaging earthquakes from modern developed seismology to seismic hazard assessment and risk management.

キーワード：fault system、seismic hazard analysis
Keywords: fault system, seismic hazard analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

首都圏直下の３次元高解像度地震活動予測
High resolution space-time models forecasting 3D seismicity beneath the Greater Tokyo Area

*尾形 良彦[1,2]、桂 康一、鶴岡 弘[2]、平田 直[2]
*Yosihiko Ogata[1,2], Koichi Katsura, Hiroshi Tsuruoka[2], Naoshi Hirata[2]

1. 大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構　統計数理研究所、2. 東京大学地震研究所
1. Research Organization of Information and Systems, The Institute of Statistical Mathematics, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

経度、緯度および深さに関する3次元空間の統計モデルの開発は関東平野直下100km深までの地震活動の解析・予測のために特に必要である。関東直下ではフィリピン海プレートと太平洋プレートのスラブが重なって北米プレートに沈み込み、各プレート間やプレート内の地震活動の相互作用が複雑であり、２次元以下の時空間モデルでは詳細な解析結果や確率予測を得ることが難しいためである。

３次元空間の階層的時空間ETASモデルは、任意の時刻 t と位置 (x, y, z) での地震活動度が過去の地震発生履歴の関数として記述されるものである。なかでも常時地震活動度 m（background seismicity）や余震生産性K（aftershock productivity）は、地域性の変化が特に大きいので，位置の関数と考え地震活動の特徴を定量化する。さらに現在の関東直下の地震活動度は東北地方太平洋沖地震によって誘発された活動度として大森・宇津型の関数で記述する。ここで関東直下における東北沖地震からの影響度K_{M9}の地域的な違いを位置依存性として定量化する。さらに将来の大地震の確率予測のために関東直下におけるマグニチュード頻度分布が必要でGutenberg-Richter則のb-値にも３次元位置依存性を仮定する。これらの解により関東直下の地震活動を特徴づけ、大地震の長期予測や余震の確率予報に適用する。

かくて、震源データから関数 $m\,(x,y,z)$, $K\,(x,y,z)$, $K_{M9}\,(x,y,z)$ 及び $b\,(x,y,z)$を定義し推定するために、関東直下100kmまでの直方体を震源などを頂点とする小４面体にデロネ分割し、これらの関数型を決める係数はデロネ多面体網の頂点での値であり、任意の位置 (x, y, z) における関数値は、その位置を囲むデロネ多面体（tetrahedron）内で線形的に内挿したものである。このような局所的に線形な関数をデロネ関数と呼ぶ。しかし、それらの係数は極めて多数なので最尤法は適用不可であり、求める係数間に制約を付けて安定した解を求める。すなわちデロネ関数の変化が平滑になるように、デロネ関数の局所的な傾きにデロネ多面体の体積を乗じたものの２乗和をペナルティ関数とし、これを付加した対数尤度（penalized log likelihood）を考える。ペナルティの強さを赤池ベイズ情報量規準（経験的ベイズ法）の最小化によって決め、ペナルティ付き対数尤度を最大化する係数を最適解として得る。

キーワード：赤池ベイズ情報量規準(ABIC)、地震予測、拡張階層時空間ETASモデル、誘発地震活動、東北沖M9地震
Keywords: Akaike Bayesian Information Criterion (ABIC), Earthquake forecast, Extended 3D hierarchical space-time ETAS model, Induced seismicity, Tohoku-Oki Earthquake of M9

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-SS11] 地震波伝播:理論と応用

コンビーナ:西田 究(東京大学地震研究所)、白石 和也(海洋研究開発機構)、新部 貴夫(石油資源開発株式会社)、澤崎 郁(防災科学技術研究所)、座長:高橋 努(海洋研究開発機構)

地震波は地下の不均質構造や励起源の情報を豊富に含んでいる.そのような豊かな情報を効率よく抽出するためには,地震波動論に基づく数理的・数値的研究,岩石試料を用いた物理実験,実際のデータ解析による検証することが必要不可欠である.さらに近年の観測技術の進展にともなって,弾性波,音響波,移動性電離圏擾乱,津波といった様々な波動現象の観測事例が増えてきた.これらの現象を包括的に理解する枠組みを構築することは,今後新たな研究分野を切り開く意味でも重要であろう.このセッションでは,地震学,物理探査学の分野を中心に,波動論・室内実験の基礎的研究から,実データを用いた不均質場の定量的把握に関する実用的な成果までを募集し,不均質媒質における波動伝播の総合的な理解を深めることを目的とする.

13:45 ~ 14:00

[SSS11-01] 固体地球のランダム不均質構造のパワースペクトル

*佐藤 春夫[1] (1.東北大学)

14:00 ~ 14:15

[SSS11-02] Estimation of spatio-temporal changes of seismic scattering property associated with the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake from sparse modeling of seismic ambient noise CCFs

*廣瀬 郁[1]、中原 恒[1]、西村 太志[1]、Michel Campillo[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.University Grenoble Alpes, CNRS, ISTerre)

14:15 ~ 14:30

[SSS11-03] Surface roughness of the Philippine Sea plate at Nankai subduction zone

*高橋 努[1]、仲西 理子[1]、小平 秀一[1]、金田 義行[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.香川大学)

14:30 ~ 14:45

[SSS11-04] Source location of volcanic earthquakes and tremors at Sakurajima volcano based on seismic correlation

*Theodorus Permana[1]、Takeshi Nishimura[1]、Hisashi Nakahara[1] (1.Solid Earth Physics Laboratory, Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University)

14:45 ~ 15:00

[SSS11-05] **Crustal Structure Investigation in Northern Taiwan - Localized Wavefield Inversion of TAIGER T6 Wide Angle Refraction/Reflection Data**

*Fandy Adji Fachtony[1]、How-wei Chen[1] (1.Institute of Geophysics, National Central University)

15:00 ~ 15:15

[SSS11-06] バネブロックモデルのランダム性による自己組織化臨界現象とグーテンベルグ―リヒター則

*坂口 英継[1] (1.九州大学)

固体地球のランダム不均質構造のパワースペクトル
Power Spectrum of Random Heterogeneity of the Solid Earth

*佐藤 春夫[1]
*Haruo Sato[1]

1. 東北大学
1. Tohoku Unvieristy

近年，地震波動の散乱に着目した観測研究によって固体地球のランダム不均質の存在が明らかになりつつある．特に輻射伝達理論(RTT)が地震波動強度（MSエンベロープ）の解析に重用されてきた．この解析法は，ランダムな速度ゆらぎをパワースペクトル密度で表して統計的に取り扱うものであり，特に３つのパラメータ(ゆらぎのRMS値，特徴的長さ，第２種ベッセル関数の次数)で特徴づけられるフォンカルマン型を仮定することが多い．このモデルによるパワースペクトル密度は，波数が特徴的長さの逆数にコーナーを持ち，それより高波数側では冪乗で減少する．この他の測定手段としては，高精度の速度トモグラフィー法，地殻浅部では孔井における音波検層，小さい尺度では岩石サンプルの光学的解析などが用いられてきた．

地殻からマントルにおけるこれらの報告値を総括的に調べたところ，ゆらぎのRMS値は0.01から0.1の間に分布し,特に火山地帯では比較的大きく下部マントルでは小さい．高波数側における波数の冪値は-３から−４の間の値をとり，それらの多くは-３に近い値をとることがわかった．しかし，特徴的長さは大きくばらつき，それぞれの測定方法に依存しているように見える．パワースペクトルの特徴をつかむために，火山のような強い不均質や下部マントルのような弱い不均質データを除いたデータセットを作成したところ，これらパワースペクトル密度のエンベロープは，幅広い波数領域で波数の冪が-３の冪関数で良く近似できることがわかった．

この結果から，理論面では，波数がコーナーよりも充分大きい場合にボルン近似を用いることについての再検討が必要であることが示唆される．観測面では，それぞれの測定においてコーナー波数の両側の領域における精緻な解析の重要性が提起される．幅広い波数領域で，また温度圧力条件の異なる領域において，このような冪乗スペクトルを造るにはどのような地球物理的過程が働いていたのかを考察することも重要な課題であろう．

キーワード：地震波動、速度構造、地殻、マントル、ランダム媒質、散乱
Keywords: Seismic waves, Velocity structure, Crust, Mantle, Random media, Scattering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of spatio-temporal changes of seismic scattering property associated with the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake from sparse modeling of seismic ambient noise CCFs

*廣瀬 郁[1]、中原 恒[1]、西村 太志[1]、Michel Campillo[2]
*Takashi Hirose[1], Hisashi Nakahara[1], Takeshi Nishimura[1], Michel Campillo[2]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. University Grenoble Alpes, CNRS, ISTerre
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. University Grenoble Alpes, CNRS, ISTerre

In recent years, spatial distributions of seismic velocity and/or seismic scattering property changes associated with volcanic activities and earthquakes have been investigated by linear least-squares inversions using seismic ambient noise cross-correlation functions (CCFs) and sensitivity kernels (e.g., Obermann et al., 2013; Obermann et al., 2014). However, spatial distributions of medium changes are not easily estimated in the regions where only a small number of stations are set up. Here, we use sparse modeling (L_1 norm regularization) to estimate model parameters for a small data set (e.g., Tibshirani, 1996), and evaluate the minimum number of stations for these studies. We apply the sparse modeling to the 2008 M_w 6.9 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake that occurred on 14 June 2008, and estimate the spatial distribution of seismic scattering property changes from decoherence (waveform changes) data of seismic ambient noise CCFs. Since we have enough seismic stations, we can compare the results from the sparse modeling and those from an ordinary linear least-squares inversion with L_2 norm regularization which has been widely used to solve linearized problems.

Seismic ambient noise CCFs were calculated at 0.5-1 Hz band for the pairs among 17 Hi-net stations during the years of 2007 and 2008. We firstly calculate decoherence values between reference CCFs (Jan-Dec, 2007) and target CCFs in two time periods of May 1 to June 13 (Period I) and June 15 to July 31 (Period II) in 2008, respectively. We then calculate the differences of decoherence values of Period I and Period II, and use them as observed decoherences. Totally, 450 observed decoherence values are analyzed. Finally, we divide the study area into 63 small cells with a size of $0.15^\circ \times 0.15^\circ$ and estimate scattering coefficient changes, Δg, for each small cell by comparing the observed and synthesized decoherence values. Here, we estimate synthesized decoherence values using 2-D decorrelation kernels (Margerin et al., 2016).

The result from the linear least-squares inversion with L_2 norm regularization shows that large Δg values are estimated around the epicenter of the main shock. The region of the largest Δg value is located at the south of the epicenter also from the sparse modeling. The maximum Δg value is about 0.035 km^{-1}, which is almost equivalent to the total scattering coefficient at this region. To know a minimum number of stations for the estimation, we selected the stations which locate within 30 km, 40 km, and 50 km from the epicenter (5, 7, and 13 stations, respectively), and conducted the same estimations for each case using the sparse modeling. We confirmed that 7 stations were necessary to recover the similar result.

The regions with large Δg values are well correlated with the region where large peak ground acceleration and large seismic velocity decreases are obtained (Takagi et al., 2012; Hobiger et al., 2014). This consistency suggests that strong motion by the main shock introduce not only large seismic velocity decreases but also large seismic scattering property changes in the shallow medium at the south of the epicenter. The sparse modeling will be useful to locate a change region of seismic scattering property

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

changes from a sparse seismic network with several seismic stations.

Acknowledgements: We would like to thank the High Sensitivity Seismograph Network (Hi-net), NIED for providing the waveform data used in the present study.

キーワード：スパースモデリング 、地震波散乱特性変化、岩手・宮城内陸地震、地震波干渉法
Keywords: sparse modeling, seismic scattering property change, Iwate-Miyagi Nairiku earthquake, seismic interferometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Surface roughness of the Philippine Sea plate at Nankai subduction zone

*高橋 努[1]、仲西 理子[1]、小平 秀一[1]、金田 義行[2]
*Tsutomu Takahashi[1], Ayako Nakanishi[1], Shuichi Kodaira[1], Yoshiyuki Kaneda[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 香川大学
1. JAMSTEC, 2. Kagawa University

Seismic fault surfaces have roughness over a broad spatial scale range. In this study, we measured surface roughness of subducting Philippine Sea plate along several seismic survey lines at Nankai trough. Surface geometry of the subducting plate have been estimated by analyzing both the wide-angle refraction and high-resolution seismic-reflection surveys by Nakanishi et al. (2018). They estimated velocity structures from the former data with consideration for travel times of reflected waves from the top of the Philippine Sea plate of the latter data. Uncertainties of their geometry of the Philippine Sea plate can be examined by the uncertainties of velocity structures in the overriding continental plate.
First, we examined the P-wave velocity structures in the continental plate. Power spectra of the velocity fluctuations obey a power-law at small wavenumbers. We also find a clear decrease of power spectral density at larger wavenumbers. Cutoff wavenumber of this change almost corresponds to the inverse of receiver interval. Such decrease of power spectral density is probably caused by a spatial smoothness constraint of velocity estimation. Then, we examined the surface geometries at wavenumbers smaller than the cutoff wavenumber. Power spectra of surface geometries shows self-affine property. We applied bandpass filters for geometry data and mapped the root mean squared amplitudes of filtered geometries as surface roughness. Roughness is large at Hyuga-nada, and becomes small near the trough-axis off south of Shikoku. The small roughness area off Shikoku shows low activity of regular and slow earthquakes. Meanwhile, Hyuga-nada area shows high activity of low frequency earthquakes (Yamashita et al. 2015). Since surface roughness is relevant to a small-scale stress concentration on faults, this result implies an importance of surface roughness for seismicity.

Acknowledgement
This study was supported by “Research Project for Compound Disaster Mitigation on the Great Earthquakes and Tsunamis around the Nankai Trough Region” of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) of Japan.

キーワード：surface roughness、Philippine Sea plate、velocity inhomogeneity、self-affine
Keywords: surface roughness, Philippine Sea plate, velocity inhomogeneity, self-affine

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Source location of volcanic earthquakes and tremors at Sakurajima volcano based on seismic correlation

*Theodorus Permana[1], Takeshi Nishimura[1], Hisashi Nakahara[1]

1. Solid Earth Physics Laboratory, Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

Precise source locations of volcanic tremors and earthquakes are one of the most basic information that is important to understand the volcanic process. The spatio-temporal changes of these source locations may provide insights into the eruption mechanism and the movement of volcanic fluids. However, the determination of those source locations is quite challenging due to the difficulties to distinguish their seismic phases and precisely measure the arrival times. Recently, we developed a hypocenter determination method for volcanic earthquakes and tremor, which adopts seismic interferometry processing technique for calculating cross-correlation functions (CCFs) and the source-scanning algorithm (SSA) (Permana et al., in preparation). Here, we apply our method to observed data recorded at Sakurajima volcano. We first locate volcano-tectonic earthquakes (VTs) and evaluate the location errors by comparing the results with the hypocenters determined by a phase-picking method. Then, we locate volcanic tremors and discuss their source locations, which cannot be obtained from phase-picking methods due to indistinguishable phase arrivals.

We analyze VTs that occurred during a rapid dike intrusion on August 15, 2015. Our result shows the hypocenters are distributed beneath the Mt. Minamidake mainly at 0-4 km depths. Our source locations are consistent with the hypocenters obtained by using the method of Hirata and Matsuura (1987), and the errors are estimated to be 2 km or less.

We determine the source locations of two kinds of tremors occurred on August 22-25, 2017. The first is a 13.5 hours long continuous tremor accompanying Strombolian eruptions on August 22-23. The second is a series of intermittent tremors that are recorded following the explosion earthquakes associated with Vulcanian eruptions which followed the continuous tremor. We calculate the CCFs at 1-3 Hz by using 20 s time windows with 19 s overlap for these tremors and stacked them to obtain average CCFs. Our results show that the source locations of the first 6 hours of continuous tremor, which are determined every 10 minutes, are located beneath Mt. Minamidake at depths from about 3 km to below the active crater. The sources of the following continuous tremor are located at shallower depths, from about 2 km depth to the ground surface on the southern flank of Mt. Minamidake. The sources of 61 segments of the intermittent tremors are densely distributed at 0-2 km depth beneath Mt. Minamidake.

The observed tremors are related to the eruptive activities at Sakurajima volcano and their sources are expected to be located at the eruptive conduit. Our estimated sources are distributed at the shallow depths beneath the active craters within the estimated errors. Therefore, our results show the prospect of our method as an alternative for tremor source location determination and volcano monitoring. The depth range of our results for continuous tremor also coincides with the previous studies on the generation depth of volcanic earthquakes.

Keywords: volcanic earthquakes, volcanic tremor, source location, cross-correlation, hypocenter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal Structure Investigation in Northern Taiwan - Localized Wavefield Inversion of TAIGER T6 Wide Angle Refraction/Reflection Data

*Fandy Adji Fachtony[1], How-wei Chen[1]

1. Institute of Geophysics, National Central University

TAIGER T6 transects is one of the four crustal-scale Wide Angle Refraction/Reflection (WARR) survey lines under **TA**iwan **I**ntegrated **GE**odynamics **R**esearch (TAIGER) project conducted in 2008 in Taiwan. The north main array consist of four shot points (N1, N2, N3, and N4) across northern Taiwan from west to east. A total of 456 geophones deployed with receiver interval of ~200m on average. However, the recorded data suffers from crooked survey line geometry, uneven shot energy, noise level and currently available poorly defined 3D reference velocity model. Near-surface static effects caused by the irregular source and receiver spacing, strong lateral velocity variations and rapid topography changes produce apparent 3D wave propagation so that the standard seismic data processing or travel-time inversion could not be fully applied. To compensate above-mentioned drawbacks, Localized Slant Stack Transformation (LSST) for data pre-processing was applied to separate signal from interfering noise that has big amplitude and minor T-X curve difference. LSST is slowness and offset range-based plane wave destruction and construction techniques. The pros and cons of LSST will be discussed for TAIGER-T6 line.
For stable wavefield inversion, sufficient spatial sampling and events enhancement is essential. Wavefield inversion utilize the complete-cycle of wavelet information without picking compared to tomography study that rely on the travel time picks with potential reading errors. Velocity estimation is performed via wavefield transformation from τ-p data domain to τ-p-z solution domain through downward continuation and the application of imaging condition ($\tau = 0$). Ray tracing is performed for quality control and to quantify the separated static effects produced from source, receiver and velocity changes. Feasibility studies of three crustal scale synthetic models containing: (1) flat layers without topographic, (2) flat layers with topographic, (3) laterally varying topographic velocity models. Synthetic data is produced from Specfem2D computations. Effects of source and/or receiver static, velocity variation, and the combination of all were studied. Wavefield inversion is stable for all test models. Inverted 1D velocity becomes less smooth when static effects are included with and without static corrections. Real data implementation for all shots were cross-checked through numerical travel-time curve with acceptable error bound. Furthermore, the bottoming point of each ray through seismic ray tracing can be mapped along with the velocity information to construct quasi-2D velocity model. Inverted velocity depth profile from wavefield inversion provide higher resolution compared to the existing tomography velocity model across northern Taiwan area.

Keywords: Localized Slant Stack, TAIGER Project, Wiechert-Herglotz Inversion, Vespagram

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

バネブロックモデルのランダム性による自己組織化臨界現象とグーテンベルグーリヒターー則
Self-organized criticality induced by randomness in block-spring models and the Gutenberg=Richter law

*坂口 英継[1]
*Hidetsugu Sakaguchi [1]

1. 九州大学
1. Kyushi University

バネブロックモデルはBurridge-Knopoffによって提案された簡単な地震の数理モデルである。CarlsonとLangerは一様なバネブロックモデルに速度弱化摩擦力を仮定してシミュレーションをおこない、サイズの小さなすべりの大きさの分布がべき則に従うことを示し、Gutenberg-Richter則との関連性を議論した。Carlson-Langerのモデルは一様な系で大自由度カオスの示す統計則がすべりの大きさ分布をもたらしているものと考えられる。バネブロックモデルは多くのシミュレーション研究があるが、今回摩擦力にランダム性を含む速度強化摩擦力を仮定してシミュレーションした結果を示す。摩擦力にランダム性があり一定の力でゆっくりと引く場合には、その力の大きさを変えていくとランダムさによりピン止めされた状態から滑りが起こる状態に連続的に転移する。バネを介してゆっくり引く場合には、すべりとピン止めを繰り返して、その転移点のまわりで揺らぐ現象が起こる。系が転移点(臨界点）の近傍に自発的に近づくという意味で自己組織化臨界現象が起こっていると考えられる。その臨界性のためにすべりの大きさ分布もべき分布になることが分かった。すべりの大きさ分布のべき則はランダム性に起因する自己組織化臨界現象により生じるのではないかと考えている。また、ランダム性(不均質性)が重要な点でアスペリティ説とも関連性があるのではないかと考えている。

キーワード：ブロックバネモデル、べき則、ピン止め相転移、自己組織化臨界現象
Keywords: block-spring model, power law, pinning transition, self-organized criticality

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-SS11] 地震波伝播:理論と応用

コンビーナ:西田 究(東京大学地震研究所)、白石 和也(海洋研究開発機構)、新部 貴夫(石油資源開発株式会社)、澤崎 郁(防災科学技術研究所)、座長:西田 究(東京大学地震研究所)

地震波は地下の不均質構造や励起源の情報を豊富に含んでいる.そのような豊かな情報を効率よく抽出するためには,地震波動論に基づく数理的・数値的研究,岩石試料を用いた物理実験,実際のデータ解析による検証することが必要不可欠である.さらに近年の観測技術の進展にともなって,弾性波,音響波,移動性電離圏擾乱,津波といった様々な波動現象の観測事例が増えてきた.これらの現象を包括的に理解する枠組みを構築することは,今後新たな研究分野を切り開く意味でも重要であろう.このセッションでは,地震学,物理探査学の分野を中心に,波動論・室内実験の基礎的研究から,実データを用いた不均質場の定量的把握に関する実用的な成果までを募集し,不均質媒質における波動伝播の総合的な理解を深めることを目的とする.

15:30 ~ 15:45

[SSS11-07] Land-Atmosphere Interaction in the low-frequency seismic band and inversion for shallow elasticity structure

*Toshiro Tanimoto[1]、Jiong Wang[1] (1.Department of Earth Science, University of California, Santa Barbara, CA93106, USA)

15:45 ~ 16:00

[SSS11-08] S-netを用いた常時微動相互相関解析

*高木 涼太[1]、豊国 源知[1]、山本 希[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

16:00 ~ 16:15

[SSS11-09] 札幌市豊平区のガス爆発で発生した空振の地震計記録

*吉澤 和範[1] (1.北海道大学大学院理学研究院)

16:15 ~ 16:30

[SSS11-10] 地震波干渉法から推定された2011年新燃岳噴火に伴う地震波速度構造の時間変化

*西田 究[1]、水谷 雄太[1] (1.東京大学地震研究所)

16:30 ~ 16:45

[SSS11-11] Temporal variations of seismic velocity and azimuthal anisotropy in near-surface rock and soil at KiK-net downhole array sites

*平 貴昭[1]、Li-Wei Chen[1]、三宅 弘恵[2] (1.カリフォルニア大学バークレー校地震研究所、2.東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター／地震研究所)

16:45 ~ 17:00

[SSS11-12] Denoising Ambient Seismic Field Correlation Functions with Deep Autoencoders

*Loic Viens[1]、Chris Van Houtte[2] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.GNS Science)

Land-Atmosphere Interaction in the low-frequency seismic band and inversion for shallow elasticity structure

*Toshiro Tanimoto[1], Jiong Wang[1]

1. Department of Earth Science, University of California, Santa Barbara, CA93106, USA

For frequencies below 0.05 Hz, except for the hum signals generated by ocean waves, the atmosphere is the main source of seismic noise. Some characteristics of atmosphere-generated seismic noise have been reported (e.g., Zürn et al., 2007; Zürn and Wielandt, 2007) but recent data from co-located pressure and seismic sensors allow us to improve our understanding of this interaction. We report our analysis of data from the EarthScope Transportable Array (TA) and some global permanent stations that are equipped with pressure and seismic sensors.

We first point out that coherence between surface pressure and vertical seismic data shows two broad peaks, a lower frequency one that rises below about 0.002 Hz and a higher frequency peak that reaches its maximum about 0.02 Hz. There is a minimum of coherence between them at about 0.003-0.004 Hz.

We noted that there is basically no phase-shift between pressure and vertical seismic displacement for the lower frequency peak while there is a 180-degree phase shift between pressure and vertical displacement for the higher frequency peak at about 0.02 Hz. Two peaks show a completely opposite relationship between pressure and vertical displacement. The zero phase-shift for the lower frequency peak is consistent with the mass-attraction effect due to density perturbations in the atmosphere and the 180-degree phase shift for the peak about 0.02 Hz is consistent with elastic deformation caused by surface pressure.

They suggest that these are two competing forces generated by the atmosphere, one that tends to attract the sensor mass upward by density perturbations in the atmosphere and the other that tends to push down the ground due to high pressure. The mass-attraction effect wins for the lower frequency peak and the ground deformation effect wins for frequencies above 0.01 Hz. The existence of the minimum between the two peaks indicates that relative size of these forces switches at about 0.003-0.004 Hz (already pointed out by Zürn and Wielandt, 2007).

The size of the higher frequency peak (at about 0.02 Hz) is strongly influenced by the elasticity of near-surface materials; at many sites with STS-1 sensors, this high frequency peak is often hard to identify as the sites are mostly at hard-rock sites, meaning there is little deformation due to atmospheric pressure. On the other hand, some EarthScope TA sites are at soft sediment sites and show a large (and dominant) peak at about 0.02 Hz. For such soft sites, we can derive shallow structure from pressure and seismic data.

We will present an inversion scheme to invert data from this higher frequency peak. Basic data are the ratios between vertical seismic data to pressure data and also between horizontal seismic data to pressure data for frequencies between 0.005 Hz and 0.05 Hz. The method is an iterative nonlinear inversion from a starting model using depth sensitivity kernels that are computed at each iteration step. The framework of inversion is similar to surface-wave phase velocity inversion. The product is a layered elasticity structure beneath a co-located station.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Land-Atmosphere Interaction, Shallow elasticity structure, Inversion of pressure and seismic data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

S-netを用いた常時微動相互相関解析
Noise correlation analysis of S-net records

*高木 涼太[1]、豊国 源知[1]、山本 希[1]
*Ryota Takagi[1], Genti Toyokuni[1], Mare Yamamoto[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University

東北日本前弧海域下における地殻構造を推定するため、日本海溝海底地震津波観測網（S-net）で観測された脈動記録に対して相互相関関数に基づく地震波干渉法解析を行ない、観測点間を伝播する表面波を抽出した。データは，防災科学技術研究所によるS-netで収録された2017年1月から2018年12月までの2年間の三成分連続記録を用いた。周期数秒より長周期帯域では、速度計に比べて加速度計の方がS/Nが良いため、解析には加速度計記録を使用した。観測記録はXYZ座標からUNE座標への変換を行い、さらに水平動成分をRadialとTransverse方向に回転させることで、9成分の相互相関関数を全観測点ペアで計算した。その結果、60秒周期のパルス、および、ゼロラグにピークを持つパルスが相互相関関数に現れ、全観測点間で60秒の周期を持つ機器ノイズ、および、同ケーブル内の観測点でコヒーレントなランダムノイズが観測記録に含まれていることがわかった。周期的機器ノイズは、観測点・成分に依存し、さらに期間によって変化する。そのため、ある日の記録とその一日前の記録の差をとってから相互相関関数を計算することで、共通する周期的ノイズを除去した。ケーブル依存のランダムノイズについては、周波数領域における経験的な関数フィッティングにより除去した。これらのノイズ除去処理と距離ビン毎の相互相関関数のスタックにより、周期30秒程度まで、観測点間を伝播するレイリー波およびラブ波を抽出することができた。周期10秒以下の短周期帯域では、1.5 km/s、および、0.3 km/s程度の群速度で伝播する複数モードのレイリー波が確認でき、海水層と堆積層にエネルギーを持つようなモードが卓越していることが示された。また、周期8秒程度では外洋から沿岸部に伝播するレイリー波が卓越するのに対し、周期4秒程度では沿岸部から外洋方向へのフラックスも存在することがわかった。今後は、陸上観測点も含めた解析を行うとともに、抽出した表面波を用いて地殻構造を推定する予定である。

謝辞：本研究では防災科学技術研究所のS-netの連続地震波形データを用いた。観測点の設置および維持にかかわって来られた皆様に感謝いたします。

キーワード：S-net、地震波干渉法、常時微動、相互相関解析、表面波、日本海溝
Keywords: S-net, Seismic interferometry, Ambient noise, Noise correlation, Surface wave, Japan trench

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

札幌市豊平区のガス爆発で発生した空振の地震計記録
Atmospheric waves from the gas explosion in Sapporo on December 16, 2018, recorded by seismometers

*吉澤 和範[1]
*Kazunori Yoshizawa[1]

1. 北海道大学大学院理学研究院
1. Faculty of Science, Hokkaido University

A large gas explosion occurred in Hiragishi, Sapporo, on December 16, 2018, which blew up a two-story building in the hypocenter with more than 50 injured, although no casualty was reported miraculously. Damages to window glasses of neighboring buildings were reported in the radius of about 100 meters around the hypocenter due to strong blast waves from the explosion.

The infrasound waves from this explosion have been recorded in several seismometers installed on the ground surface of Ishikari Lowland (including the one in the campus of Hokkaido University) even at stations more than 60 kilometers away from the hypocenter, which has traveled with a speed of about 330 m/s. It is well known that atmospheric infrasound waves from large volcanic eruptions and/or meteor blast can travel very long distances, which can be observed with broad-band seismometers. Although this explosion in Sapporo is much smaller than such natural phenomena, the observed seismic records are likely to be caused by the air-earth coupled ground motions due to the infrasound waves from the explosion.

The observed infrasound/acoustic signals from this explosion cannot be observed in seismometers installed underground in and around Sapporo. Also, we cannot see any clear elastic wave (P-wave or surface waves) from this explosion. Only several seismometers installed on the ground surface have recorded the infrasound signals that are characterized by strong spectral peaks in a frequency range between 5 and 30 Hz. We can also identify the directional dependence of the observed waveforms; i.e., the amplitudes of infrasound signals are more attenuated and scattered in the north of hypocenter. This may be affected by winds and/or propagation paths, in particular, the urban area of Sapporo with tall buildings spared over the north of hypocenter.

キーワード：インフラサウンド、空振、地震計、ガス爆発
Keywords: infrasound, atmospheric wave, seismometer, gas explosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震波干渉法から推定された2011年新燃岳噴火に伴う地震波速度構造の時間変化

Time-lapse monitoring of seismic velocity associated with the 2011 Shinmoedake eruption using seismic interferometry

*西田 究[1]、水谷 雄太[1]
*Kiwamu Nishida[1], Yuta Mizutani[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

近年，ランダムな地震波動場の解析手法である地震波干渉法の適用事例が増えている．この解析手法では，2観測点での雑微動連続記録から計算された相互相関関数を，一方の観測点を震源とし，もう一方の観測点で記録された仮想的な地震波形とみなすことができる．繰り返し相互相関を計算する度に得られる仮想的な地震波形から観測点周辺の地震波速度を推定できるため，地震波干渉法を用いた地震波速度のモニタリングが活発に行われてきた． 地震波干渉法を用い，火山噴火に伴う速度変化を検出した研究例は数多く報告されている (Brenguier et al., 2008; Rivet et al., 2015)．加えて，火山地域で地震波速度モニタリングを行うと，降水の影響と考えられる季節変動が顕著に観測される場合も少なくない．こうした季節変動は，噴火に伴う速度変化量と同程度の振幅を持つ．故に，噴火に伴う過渡的な速度変化を検出するためには，降水による年周変動を定量的に評価し，地震波速度のモニタリング結果から適切に除去することが重要になる． 本研究では，2011年新燃岳噴火に伴う速度変化を検出することを目的とし，新燃岳周辺の地震計アレイ記録に地震波干渉法を適用して地震波速度のモニタリングを行なった．解析には，2010年5月から2018年4月までの8年分の雑微動連続記録を用い，0.1-0.9 Hzの帯域で各観測点ペアごとの相互相関関数を計算した． その後，計算された相互相関関数にStretching法 (Sens-Schönfelder and Wegler, 2006) を適用し，地震波速度の時間変化を推定した．モニタリングの結果から，Wang et al. (2017) が報告した降水に伴う年周変動が検出された．そこで，間隙水圧モデル (Roeloffs, 1988; Talwani et al., 2007) を用いて，降水の影響を定量的に評価した．降水の影響を除去すると，いくつかの観測点ペアで噴火に伴うと考えられる地震波速度変化が検出された． 水平方向の感度カーネルと深さ方向の感度カーネルを計算し，速度変化を引き起こした構造変化位置を制約することを目指した．その結果，山体南東部の深さ1-3 kmと山体北西部の深さ1-2 kmでは構造変化が生じていないことが分かった．

キーワード：地震波干渉法
Keywords: seismic interferometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temporal variations of seismic velocity and azimuthal anisotropy in near-surface rock and soil at KiK-net downhole array sites

*平 貴昭[1]、Li-Wei Chen[1]、三宅 弘恵[2]
*Taka'aki Taira[1], Li-Wei Chen[1], Hiroe Miyake[2]

1. カリフォルニア大学バークレー校地震研究所、2. 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター／地震研究所
1. Berkeley Seismological Laboratory, University of California, Berkeley, 2. The University of Tokyo

Measuring stress and damage induced seismic velocity and anisotropy in crustal structure and their temporal behaviors provide insights into the underlying mechanisms of healing processes and its evolution, which would lead to a better understanding of earthquake cycle. We analyze three-component surface and borehole seismic data collected by KiK-net (Kiban-Kyoshin Net) to explore temporal variations in P- and S-wave velocity and S-wave azimuthal anisotropy (strength of anisotropy and polarization direction of the fast S wave) through coda wave interferometry. Our preliminary focus is on Hokkaido sites that experienced ground motion from the 2003 magnitude (M) 8.3 Tokachi-Oki and the 2018 M 6.0 Hokkaido Eastern Iburi earthquakes. Following Chen et al. (2017, EPSL), we analyzed all available KiK-net seismic waveforms in a frequency band of 1-15 Hz from 1997 through 2018 (more than 700 events) and evaluated seismic velocity and azimuthal anisotropy between surface and borehole sensors at 22 KiK-net sites. Median P- and S-wave velocity stacked by all measurements at each site are good agreement with them obtained from borehole logging data provided by NIED (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience). We find that a number of KiK-net sites recording peak ground acceleration (PGA) higher than ~500 cm/s^2 (at surface sensor) exhibit clear S-wave velocity reductions following the 2018 Hokkaido Eastern Iburi mainshock. Station IBUH03 (located at Atuma town) also shows a sudden decrease of S-wave velocity following the 2003 Tokachi-Oki earthquake (PGA = ~350 cm cm/s^2 at station IBUH03). Reductions of S-wave velocity were about 6.5% for both mainshocks. However, there are a number of differences between two earthquakes. Our preliminary analysis suggests that the polarization direction of fast S-wave was systematically changed from 50 degrees to 10 degrees (measured clockwise from the north) following the 2018 earthquake and no notable change of P-wave velocity was observed. On the other hand, for the Hokkaido earthquake case, station IBUH03 appears to have a large variability in the polarization direction and displays a P-wave velocity reduction of about 4.5%. Our observation suggests a temporally increase of randomly oriented fractures following the 2003 Tokachi-Oki earthquake and also may suggest that the stress changes from the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake created water-saturated cracks oriented at ~10 degrees from north.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Denoising Ambient Seismic Field Correlation Functions with Deep Autoencoders

*Loic Viens[1], Chris Van Houtte[2]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. GNS Science

In the last decade, seismic interferometry has become an established technique for monitoring the temporal changes of the Earth’s physical properties. This technique relies on measuring time shifts of seismic waves present in Green’s functions, which are generally approximated by cross-correlating 1-h long ambient seismic field records at two stations. To increase the accuracy of the phase information of hourly cross-correlation functions, pre-processing is generally applied to the recorded ambient seismic field, such as 1-bit normalization and/or pre-whitening. Despite this, hourly cross correlation functions often need to be stacked over a few hours/days to increase their signal-to-noise ratio and measure reliable phase shifts. We introduce a new technique for improving the time resolution of seismic monitoring, which denoises cross-correlation functions using deep autoencoders. Autoencoders are composed of an encoding function, which computes a compressed representation of the input data, and a decoding function which reconstructs a simplified representation of the input data. Both the encoder and decoder parts are composed of a stack of densely-connected neural network layers. Such an algorithm can be trained to denoise corrupted versions of their inputs, which in our case are correlation functions with low signal-to-noise ratio. We apply our deep denoising autoencoder on synthetic and real single-station cross-correlation functions computed from a few MeSO-net stations located in the Tokyo Metropolitan area. The denoised waveforms allow us to compute more precise relative velocity change (dv/v) than with the raw waveforms. The great advantage of this technique is that the algorithm can be trained within a few seconds and can be used to denoise near-real-time data, which could be useful for volcano monitoring.

Keywords: Seismic noise, Deep Autoencoders, Green's function

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:森川 信之(防災科学技術研究所)、中村 亮一(東京大学地震研究所)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

9:00 ~ 9:15

[SSS13-25] Determination of dynamic characteristics of existing buildings at various site conditions in Eskisehir, Turkey

*Onur Kaplan[1]、Seiji Tsuno[2]、Hiroaki Yamanaka[3]、Mehmet Safa Arslan[4]、Oguz Ozel[4] (1.Eskisehir Technical University、2.Railway Technical Research Institute 、3.Tokyo Institute of Technology 、4.Istanbul University)

9:15 ~ 9:30

[SSS13-26] ICDP DSeis 10: Near-field Observations for the M5.5 Orkney, South Africa Earthquake

Tatsunari Yasutomi[1]、*James Mori[1]、Hiroshi Ogasawara[2] (1.Earthquake Hazards Division, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.Ritsumeikan University)

9:30 ~ 9:45

[SSS13-27] 全国地震動予測地図の地震活動モデルで表現される地震発生数

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.大崎総合研究所)

9:45 ~ 10:00

[SSS13-28] いろいろな期間の確率論的地震動予測地図と観測最大震度の比較検証

*棟田 隆元[1]、纐纈 一起[1] (1.東京大学 地震研究所)

10:00 ~ 10:15

[SSS13-29] 盆地端部における地震動特性に関する研究

浜辺 亮太[2]、*松島 信一[1]、吾妻 崇[3]、ドゥマルタン フロロン[4] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院工学研究科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所、4.フランス地質調査所)

10:15 ~ 10:30

[SSS13-30] MeSO-netのスペクトル特性（その２）－相対的増幅率による検討－

*中村 亮一[1]、鶴岡 弘[1]、加藤 愛太郎[1]、酒井 慎一[1]、平田 直[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

Determination of dynamic characteristics of existing buildings at various site conditions in Eskisehir, Turkey

*Onur Kaplan[1], Seiji Tsuno[2], Hiroaki Yamanaka[3], Mehmet Safa Arslan[4], Oguz Ozel[4]

1. Eskisehir Technical University, 2. Railway Technical Research Institute , 3. Tokyo Institute of Technology , 4. Istanbul University

The fundamental vibration period of a building is a crucial parameter for earthquake engineering. The equivalent seismic lateral force is determined from a design spectrum in most static design methods. Accordingly, the earthquake force is a function of the fundamental vibration period of the building. The fundamental period of an existing building can be determined by both forced and ambient vibration measurements. In this study, ambient vibration measurements were conducted at 17 existing buildings including different structural styles (masonry and reinforced concrete) and heights (7 to about 65 meters) which are located at different site conditions in Eskisehir, Turkey. In ambient vibration measurements, two accelerometers were placed on the top of the buildings and one accelerometer was placed on the ground. The fundamental vibration periods and the dampings of the measured buildings were evaluated. The fundamental vibration periods of the buildings were evaluated by picking the peaks of the spectral ratios of Fourier spectra on the top floor of buildings to those on the ground. The dampings of the measured buildings were estimated by fitting the spectral ratios calculated using a single degree of freedom system to the spectral ratios observed, in the process of trial and error (Iwata and Tsuno, 2013). In order to understand the site conditions near the buildings, array microtremor observations by small-scale arrays of 1.5 to 16 meters were performed on the free field. SPAC method was used to obtain the phase velocities of Rayleigh waves and the S-wave velocity profiles were estimated using those phase velocities in the inversion technique. Tsuno et al. (2018) derived an equation of T=0.016H from 10 building measurements carried out in Eskisehir, Turkey. In this study, 7 more measurements were added to the previous measurements of Tsuno et al. (2018) thus, according to findings of this study, the equation of T=0.0165H was proposed to estimate the fundamental vibration period (T, in seconds) of an existing building in Eskisehir, Turkey with respect to its height (H, in meters). This equation is still in need to improve with additional measurements, which could represent most of the building heights in the Eskisehir building inventory. The calculated dampings of the measured buildings have a general tendency that the higher the buildings, the smaller the dampings.

Acknowledgment

This study is supported by the Joint Research Project under the Bilateral Program of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant TUBITAK 116Y524.

References

Iwata, N., and Tsuno, S. (2013). Estimation of vibration characteristics and seismic responses of railway viaducts using microtremors data. In *Proceedings of the 11th SEGJ International Symposium, Yokohama, Japan, 18-21 November 2013* (pp. 286-289).

Tsuno, S., Yamanaka, H., Kaplan, O., Arslan, M. S. and Ozel, O. (2018). Characteristics of building vibrations estimated in various site conditions in Eskisehir, Turkey. In *Proceedings of the 13th SEGJ International Symposium, Tokyo, Japan, 12-14 November 2018.*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Ambient Vibration Measurement, Fundamental Vibration Period, Damping, Array Microtremor Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 10: Near-field Observations for the M5.5 Orkney, South Africa Earthquake

Tatsunari Yasutomi[1], *James Mori[1], Hiroshi Ogasawara[2]

1. Earthquake Hazards Division, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Ritsumeikan University

We examined the near-field records for the 2014 Orkney earthquake (M5.5) to infer source properties for this moderate-sized earthquake. The event was the largest recent earthquake associated with the deep gold mines of the region. Different from usual normal-faulting events that are induced on known structures of the mines, the M5.5 earthquake took place significantly below the mining horizon with a strike-slip mechanism on an unknown geologic structure. Seismic activity close to the Moab Khotsong and Great Noligwa mines is very well monitored by instruments installed on the surface and in the mine tunnels. The high sample-rate (6 khz) geophones installed in the mine at depths of 1 to 3 km provide high-quality recordings of the mainshock and aftershocks.

The waveforms show that there is a small foreshock (about M1.8) located 1.6 km south of the mainshock hypocenter and at 0.6 sec before the mainshock. There is no evidence of any unusual character of the foreshock, or any significant deformation between the foreshock and mainshock.

Using lower frequency (<2.0 hz) data, the nearfield waveforms can be modeled using a finite fault slip inversion. The results show a slip distribution with two main patches of larger slip, which are located a few kilometers to the north and to the south of the hypocenter. The area of the fault plane is relatively large for a M5 earthquake and this gives a rather small static stress drop.

Keywords: Orkney earthquake, South Africa, slip inverstion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全国地震動予測地図の地震活動モデルで表現される地震発生数
Number of earthquakes from seismic activity model of the national seismic hazard maps for Japan

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1]
*Nobuyuki Morikawa[1], Junichi Miyakoshi[2], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所、2. 大崎総合研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Ohsaki Research Institute, Inc.

地震調査研究推進本部地震調査委員会により公表されている「全国地震動予測地図」では、地震を複数に分類した上で、各々について地震発生の確率モデルが作成されている。確率論的地震動予測地図の妥当性検証の1つとして、地震活動モデルで表現されている規模別地震発生頻度を近年の地震カタログデータとの比較がある（例えば、奥村・藤原，2010、日本地震学会秋季大会）。本稿では、全国地震動予測地図における地震発生数と地震カタログデータの比較結果を示す。

確率論的地震動予測地図2018年版の地震活動モデルで表現されている地震数として、30年間での期待値を規模ごとに算定し累積地震数で表す。手順は以下の通り。

・非定常な地震活動モデルが採用されている地震については、基準日から30年間の地震発生確率を地震数の期待値とする。

・南海トラフの地震（M8～9クラス）、相模トラフ沿いのM8クラスの地震、千島海溝沿いの超巨大地震（17世紀型）、十勝沖および根室沖のプレート間巨大地震については、30年間の全体の地震発生確率に各発生パターンの重みを乗じたものをそれぞれ30年間の地震数の期待値とする。

・ポアソン過程が採用されている地震については、地震発生頻度に基づく30年間の地震数を用いる。

・モーメントマグニチュード（Mw）でモデル化されている地震の規模について、主要活断層帯で発生する地震はM = (Mw-1.08) / 0.78、それ以外の地震は M = Mwにより気象庁マグニチュードMに変換する。

ここでは、地震動予測地図における「平均ケース」と「最大ケース」に加えて、「長期間平均ハザードの計3種類の地震活動モデルによる累積地震数のデータを作成した。

比較対象とする地震カタログについては、宇津（1982）による1885～1925年のM 6.0以上の地震と1926～2010年のM 5.0以上の気象庁震源データを組み合わせたものとする。このとき、地震動予測地図と同じルールに従って余震を除去している。

陸側プレートの浅い地震については、平均ケースの場合M7.0未満、最大ケースの場合M7.7未満においてモデルとカタログの地震数は整合的であるが、それより大きな規模ではモデルの地震数が小さい傾向が見られる。フィリピン海プレートの地震については、M8.0以下においてモデルとカタログの地震数が整合的であるものの、それより大きな規模ではモデルの地震数が極端に大きくなっている。これは南海トラフの地震（M8～9クラス）において時間予測モデルに基づいた大きな発生確率がモデル化されていることが影響しており、「長期間平均ハザード」のモデルではM8.0以上の地震数が小さくなる。ただし、カタログにおける最大規模の地震は1946年の南海地震（M8.0）であり、それより大きな規模については直接カタログの地震数との比較はできない。太平洋プレートの地震については、M7.0未満においてモデルとカタログの地震数が整合的であるが、それより大きな規模ではモデルの地震数がやや大きい。M7.8以上については、千島海溝沿いの地震について新たな長期評価に基づいてモデルが変更となった結果、地震数が増えていることも影響している。

一方、地震カタログの期間を平成23年東北地方太平洋沖地震後の2015年まで拡張した場合、フィリピン海プレートおよび太平洋プレートの地震に関しては、活発な余震活動や誘発地震の影響が含まれることによりM7.0未満の規模の小さな地震数はモデルの方が小さくなる。東北地方太平洋沖地震後のカタログについては余震をどのように扱うかによって大きく地震数が変わる。現状では地震ハザード評価のためのモデル化に向けた検討を行っている最中であるが、本検討に基づいた地震の総数を押さえることも重要な視点となるであろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：全国地震動予測地図、地震活動モデル、地震カタログ、東北地方太平洋沖地震、検証
Keywords: National seismic hazard maps for Japan, Seismic activity model, Earthquake catalog, The 2011 great Tohoku earthquake, Verification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いろいろな期間の確率論的地震動予測地図と観測最大震度の比較検証
Comparative examination of the Probabilistic Seismic Hazard Maps in Japan with observed maximum seismic intensities for various periods

*棟田 隆元[1]、纐纈 一起[1]
*Takamoto Muneta[1], Kazuki Koketsu[1]

1. 東京大学 地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

地震調査研究推進本部の確率論的地震動予測地図（以下，PSHMJ）について、実際に観測された最大震度と比較することによって、どの程度の精度であるかの検証をおこなった。その際に、対象とする期間の起点年を1890年として再現期間を30，60，90，120年と延ばした時の変化を観察した。PSHMJと観測最大震度との比較については、対象期間を500年と長期間にした場合（Miyazawa and Mori, 2009）、期間を30年に固定して起点年を変えた場合（近藤, 2017）などが挙げられるが、本研究のように起点年を固定して再現期間を変化させるのは初めてである。

PSHMJの作成手法としては近藤（2017）にならい、PSHMJの各メッシュにおいて計算された工学的基盤上のハザードカーブ（宮腰・他, 2016）と、表層地盤増幅率（若松・松岡, 2013）および最大速度から震度への換算式（翠川・他, 1999; 藤本・翠川, 2005）を組み合わせた。その際、Miyazawa and Mori (2009) に従ってポアソン分布を仮定し、再現期間30，60，90，120年の事象の30年超過確率をそれぞれ64, 45, 28, 22%とおいてPSHMJの予測震度を求めた。観測最大震度としては、気象庁震度データベース（石垣・高木, 2000; 石垣, 2007）と1944～1964年にかけての大地震の記録（宇佐美, 1985; 原田・他, 2016）を用い、近接した観測点も組み合わせれば1890年からの120年間を通して存在する観測点110点を抽出した。これら観測点110点における観測最大震度と、対応するPSHMJのメッシュにおける予測震度の比較を行った。

比較方法の第一として、観測最大震度と予測震度の差の二乗平均平方根を算出してみると、再現期間30，60，90，120年に対して1.2, 0.8, 0.7, 0.7が得られた。大きな震度を観測するような大地震はプレート境界地震なら数百年に一度、地殻内地震ならば数千年に一度の現象であるから再現期間を長くとるほど精度があがることが期待されるが、結果はほぼそのようになっている。ただし、Miyazawa and Mori (2009)による500年の結果である0.4～0.5に向かって順調に減少せず、90年で飽和しているように見える。この状況は、比較方法の第二として採用した回帰分析においても同様に現れる。この問題の原因としては、たとえば観測点数の少なさが挙げられ、今後、検討を加える予定である。

謝辞：宮腰淳一氏にはハザードカーブを，近藤利明氏には計算コード等を提供いただきました．宮腰氏，藤原広行氏との議論は有益でした．

キーワード：確率論的地震動予測地図、観測最大震度、再現期間
Keywords: probabilistic seismic hazard map, observed maximun seismic intensity, return period

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

盆地端部における地震動特性に関する研究
A Study on the Ground Motion Characteristics close to the Basin Edge

浜辺 亮太[2]、*松島 信一[1]、吾妻 崇[3]、ドゥマルタン フロロン[4]
Ryota Hamabe[2], *Shinichi Matsushima[1], Takashi Azuma[3], Florent De Martin[4]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都大学大学院工学研究科、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、4. フランス地質調査所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. French Geological Survey

平成7年（1995年）兵庫県南部地震では、神戸市須磨区から西宮市にかけての幅1km、長さ20kmにわたる「震災の帯」が現れた。この「震災の帯」の生成原因は六甲断層系によって形成された盆地端部の基盤の段差構造に起因する「エッジ効果」である。エッジ効果は普遍的な現象であり、それにより大きな被害がもたらされる可能性は神戸地域に限ったものではないと考えられるため、現象のより正確な把握が重要である。

本研究ではエッジ効果による波の増幅的干渉を定量的に評価するためにさまざまな基盤の段差構造を想定し、スペクトルエレメント法を用いて地盤応答解析を行う。また、微動観測記録の分析から段差構造と微動水平上下スペクトル比の形状などについて考察するとともに、微動水平上下スペクトル比から推測される段差構造からエッジ効果による増幅位置推定方法について検討を行う。これらの結果により、基盤構造に段差構造がある場合の、地下構造による地震動増幅特性の指標として応用できることになることを目指す。

キーワード：エッジ効果、盆地端部、増幅特性、水平上下スペクトル比
Keywords: Basin-Edge effect, Basin edge, Amplification factor, Horizontal-to-Vertical spectral ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MeSO-netのスペクトル特性（その２）－相対的増幅率による検討－
Spectrum Characteristics of MeSO-net seismograms –Effect of Underground Installation -

*中村 亮一[1]、鶴岡 弘[1]、加藤 愛太郎[1]、酒井 慎一[1]、平田 直[1]、椎名 高裕[1]
*Ryoichi Nakamura[1], Hiroshi Tsuruoka[1], Aitaro Kato[1], Shin'ichi Sakai[1], Naoshi Hirata[1], Takahiro Shiina[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

1. はじめに

関東地方にはMeSO-netによる加速度計が約300点の高密度の地震計が展開され，2008年からの記録が蓄積されている．この記録とK-NET及びKiK-netを統合して解析することにより，より詳細な減衰構造を求めることができることが期待される．しかし，MeSO-netは地中約20mに設置されているため，扱いに注意が必要である．

中村・他(2018,JpGU)は，MeSO-netとK-NET及びKiK-net記録を用いた三次元Q値とサイト増幅特性の同時インバージョンを行い地中設置による影響について調べた．今回は，相対的増幅率を求め，地表と地中の増幅率の比較を行った．

2. 方法及びデータ

近接した2 地点で得られる同じ地震による観測記録は，放射特性や伝播経路がほぼ同じであるため，観測波形の違いを表層地盤特性の違いとみなすことができる．この考えのもとで，これまで多くの研究で観測点間の相対的な地震動増幅特性の検討が行われている（Borcherdt, 2002, 藤本・翠川,2006, 池浦・加藤,2011）．このうち，池浦・加藤(2011)では複数の観測点ペアをネットワークとしてとらえ，ネットワーク内の相対地盤増幅率を最小二乗法により求める手法を提案した．本研究では，池浦・加藤(2011)と同様の方法で，MeSO-netにおける相対的増幅率を調べた．また，地表における増幅率との比較を行うため，解析にはK-NET及びKiK-netの地表記録も含めた．最小二乗推定はARTB（Herman, 1980）を用いた．ペアとなる観測点間距離は10 km以下とした．なお，結果の妥当性については数値実験を行い確認した．用いたデータは1~10Hzの1Hz毎のフーリエスペクトルとした．解析期間はMeSO-netでは2011年～2015年，K-NETとKiK-net地表記録は観測開始から2016年7月までとし， Mj 4以上かつ深さ200 km以浅の地震を対象とした．強震動による表層地盤の非線形の影響を除くため100 Gal以下のNS成分記録を用いた．最終的にデータ数（ペア数）は962,422組で，観測点数は394地点（うちMeSO-netは297地点)となった．

3. 結果

本研究ではまず，実際に用いた観測点ペアのデータセットについて仮想的なデータを与えた数値実験を行い，ARTBによる結果の妥当性を検討した．その結果，イタレーション1回目終了時点で，概ね「仮想データ」が復元されることを確認した．ただし，検討対象の観測網周辺部ではやや復元が不十分なものもみられた．しかし，50回のイタレーションを行うことで，周辺部を含めて与えた「仮想データ」をよく再現できることがわかった．

実際の観測記録を用いて，100回のイタレーション後に推定されたMeSO-netおよびK-NET/KiK-netの相対

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

的地盤増幅率を図1に示す．ここではJSHISの表層 30m の平均 S 波速度AVS30との関係を比べている．K-NET及びKiK-netの結果は，地表における増幅率が地中（MeSO-net）に比べて平均的にみると，おおよそ3倍程度大きいことを示す．また，地表・地中ともAVS30が遅くなるほど増幅率が増加する傾向が見える．この勾配は，藤本・翠川（2006）に従って期待される最大速度の増幅率（図1黒実線）と整合的であることがわかる．

なお，本研究で求めた相対的増幅率を，先験情報として，三次元スペクトルインバージョンのサイト増幅特性に与えることで，減衰トモグラフィにおける残差を大きく減少させることができることを確認した．

4. まとめ

観測点間距離10km以内のペアの観測記録スペクトル比を用い，最小二乗法により相対的増幅特性を求めた．その結果，地中-20m埋設のMeSO-netでは，平均的にみて地表（K-NET及びKiK-netの地表観測点）に比べて増幅特性が約1/3であることが分かった．

求められた増幅率は地震波減衰構造推定や強震動予測をする際のサイト補正係数として与えることが有効であると考えられる．

謝辞：防災科学技術研究所K-NET，KiK-netデータを使用させていただきました．本研究は文部科学省受託研究「首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト」の一環として実施されました．また，本研究の一部はJST，CREST，JPMJCR1763の支援を受けたものです．記して感謝いたします．

キーワード：MeSO-net、相対的増幅率
Keywords: MeSO-net, Relative Amplification Factor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

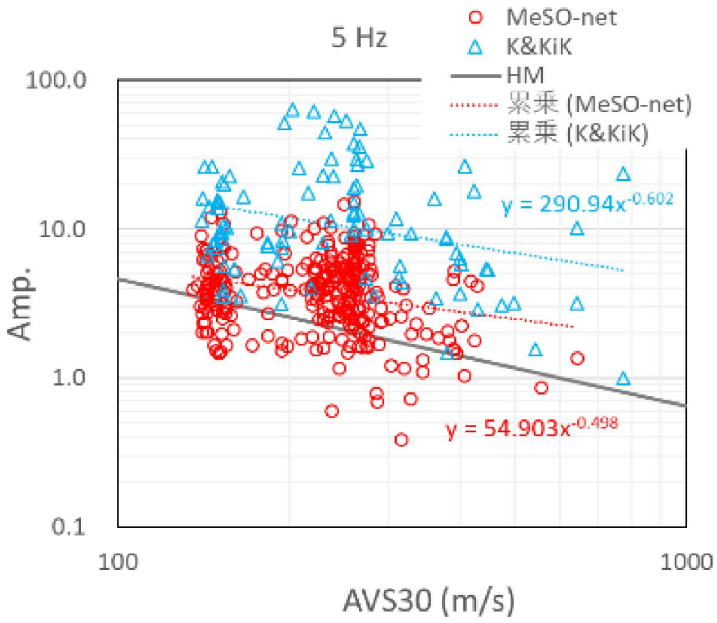


Fig.1 Relation between relative amplification factors at 5 Hz and AVS30 by JSHIS
△ : K-NET・KiK-net (free surface) ○ : MeSO-net(underground G.L.-20 m)
HM : Relation between PGV and AVS30 by Fujimoto and Midorikawa(2006)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールA 2F

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)、座長:筧 楽麿(神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻)、中原 恒(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

10:45 ~ 11:00

[SSS13-31] スラブ内, プレート境界, アウターライズ地震による東北日本の前弧側と背弧側のゆれの違いの統一的解釈

*筧 楽麿[1]、小笠原 勇[1] (1.神戸大学大学院理学研究科)

11:00 ~ 11:15

[SSS13-32] **Effect analysis of soil interlayer on seismic dynamic response and failure mode of metro station structure**

*Shuai Huang[1]、Yuejun Lyu[1]、Yanju Peng[1] (1.Institute of Crustal Dynamics,China Earthquake Administration)

11:15 ~ 11:30

[SSS13-33] **Investigation on the Applicability of V_{S30} Estimation Models for the Beijing Plain Area**

*Yi Fang、Yanju Peng、Zhijie Jiang

11:30 ~ 11:45

[SSS13-34] Early prediction of PGA and Sa using ANN

*Ting Yu Hsu[1] (1.Taiwan Tech)

11:45 ~ 12:00

[SSS13-35] 一般化パレート分布に基づく強震動加速度記録の解析

*中原 恒[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座)

12:00 ~ 12:15

Discussion

スラブ内, プレート境界, アウターライズ地震による東北日本の前弧側と背弧側のゆれの違いの統一的解釈

Interpretation of attenuation of high-frequency waves from the intraslab, interplate, and outer-rise earthqukakes of Northeastern Japan

*筧 楽麿[1]、小笠原 勇[1]
*Yasumaro Kakehi[1], Yu Ogasawara[1]

1. 神戸大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kobe University

東北日本弧の火山フロントの背弧側は前弧側に比べてQ値が低く，火山フロントの直下ないしやや背弧寄りには著しくQ値が低い領域が存在することが先行研究により指摘されている（例えばTsumura et al, 2000）。背弧側では低Q値の媒質により高周波地震波が減衰し，減衰を受けない前弧側との間で高周波地震波の振幅のコントラストが生じる（例えば筧・西條，2006）。本研究では，防災科学技術研究所のK-NET, KiK-netによる高密度強震データを用いて，スラブ内，プレート境界，アウターライズ地震の3タイプの地震による最大加速度の空間分布，最大加速度の距離減衰特性の特徴を調べた。解析した地震数は合計15地震である。前弧側と背弧側のコントラストが最も明瞭となるのは震源の深いスラブ内地震で，震源の浅いアウターライズ地震においてもスラブ内地震に比べると明瞭さは劣るものの，コントラストが明瞭に見えた。一方，震源の浅いプレート境界地震の場合，コントラストは見えるものの，アウターライズ地震の場合に比べ不明瞭であった。背弧側の低Q値領域を通過する波線経路長は，震源の深いスラブ内地震では長く，震源の浅いプレート境界地震とアウターライズ地震の場合，スラブ内地震に比べ短く，かつ互いにほぼ同じ長さであると考えられる。従って，アウターライズ地震の場合のコントラストがスラブ内地震に比べて不明瞭となることは理解できる。しかし，プレート境界地震の場合のコントラストがアウターライズ地震よりも不明瞭に見える点は不可解である。

この謎を明らかにするために，本研究では新たに幾何減衰項の寄与を考えた。震央が陸に近いプレート境界地震の場合，観測点のある陸域での震源距離のコンターの曲りは大きくなる。そのため，震源距離が中央部に比べ大きくなる東北日本弧の北端と南端では幾何減衰項による減衰が大きく，前弧側と背弧側の振幅差がマスクされ，前弧側と背弧側のコントラストが不明瞭となる。一方，震央が陸から遠く離れたアウターライズ地震の場合，観測点のある陸域での震源距離のコンターの曲りが小さく，東北日本弧全体に渡って幾何減衰項はほとんど変化しない。そのため，東北日本弧の北端と南端での幾何減衰項によるマスク効果はほとんど働かない。即ち，幾何減衰項によるマスク効果によって，プレート境界地震の前弧側と背弧側のコントラストは，マスク効果がほとんど働かないアウターライズ地震に比べ不明瞭になる。

更に距離減衰特性については，小笠原・筧（2018，日本地震学会秋季大会）が指摘したように，他の2タイプの地震に比べて震源距離が系統的に大きくなるアウターライズ地震の場合，見かけ上の効果の問題を生じる。即ち，横軸に震源距離の対数をとる距離減衰の図において，震源距離が非常に大きい観測値のみしかないアウターライズ地震の場合，観測値が震源距離大の狭い範囲に集中してプロットされることになり，その結果前弧側と背弧側の振幅差が見かけ上強調される。

以上をまとめると，3タイプの地震による前弧側と背弧側のゆれコントラストの現れ方の違いは，(1) 背弧側の低Q値領域を通過する地震波の波線長，(2) 幾何減衰項のマスク効果，(3) 横軸に震源距離の対数をとった距離減衰特性の図におけるアウターライズ地震の震源距離が系統的に大きいことによる見かけ上の効果，という3つの因子を考慮することによって，統一的に理解することができる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：スラブ内地震、プレート境界地震、アウターライズ地震、地震波の減衰
Keywords: intraslab earthquake, interplate earthquake, outer-rise earthquake, attenuation of seismic waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect analysis of soil interlayer on seismic dynamic response and failure mode of metro station structure

*Shuai Huang[1], Yuejun Lyu[1], Yanju Peng[1]

1. Institute of Crustal Dynamics,China Earthquake Administration

When the metro station structure is built in the site with weak interlayer, the metro station structure shows different patterns of destruction. In this article, based on the nonlinear elastic-plastic finite element model for metro station, considering the structure-soil dynamic interaction, the influence laws of the weak interlayer on the dynamic response and failure mode of the metro station structure under near and far-field earthquakes are studied. We found that the weak interlayer in the middle of the metro station has the greatest effect on the displacement, dynamic amplification factor and internal force of the metro station which leads to the poor anti-seismic performance of the metro station structure, and the metro station is more vulnerable to damage under near-field earthquake. When there is a middle interlayer, the maximum horizontal displacement of the metro station increases 63% at most compared to no interlayer under near-field earthquake. The interlayer below the metro station has a minimal impact on the dynamic amplification factor which shows that the existence of the interlayer below the metro station could reduce the vibration of the metro station to a certain extent. At last, indoor shaking table test for metro station was done, through which we determined the position of initial failure and the failure mode of the metro station structure under earthquake, and shaking table test results demonstrate the validation of the numerical simulation results.

Keywords: weak interlayer, metro station, near and far-field earthquakes, shaking table test, failure mode

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation on the Applicability of V_{S30} Estimation Models for the Beijing Plain Area

*Yi Fang, Yanju Peng, Zhijie Jiang

Using three models which respectively are bottom-layer constant velocity model, velocity gradient model and the extrapolation model with the travel-time averaged shear-wave velocities at two different depths, we investigate the data from 460 boreholes in Beijing plain area that the shear-wave velocity profile reaches at least 30 m. Through a detailed research, we found that the last method can estimate V_{S30} with high accuracy. It does not need any regression analysis to derive empirical relations from a large number of data. Meanwhile, this method is not regionally dependent, and has a remarkable improvement in the accuracy, therefore, it is potentially useful for many parts of the world including Beijing. It provides a basis for site classification, and then extends its application to evaluation of site effect in a rapid assessment of earthquake damage, thus being worth to be extensively applied.

Keywords: Vs30 , Estimation Models, Beijing Plain Area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Early prediction of PGA and Sa using ANN

*Ting Yu Hsu[1]

1. Taiwan Tech

In order to perform on-site earthquake early warning, in this study, we develop a novel approach to predict the peak ground acceleration (PGA) and pseudo-spectral acceleration (Sa) using the first few seconds of P-wave features. The Fourier spectrum amplitude (FSA) and phase (FSP) are handled separately and then combined together to predict the acceleration time history, then the PGA and Sa can be estimated accordingly. The FSA is predicted using the artificial neural network (ANN) with the predominant period, peak acceleration amplitude, peak velocity amplitude, peak displacement amplitude, cumulative absolute velocity, integral of the squared velocity, and FSA of the first three seconds of P-wave as input. The mean and standard deviation of the group delay time of phase spectrum of each separated frequency range decomposed by wavelet transform is employed as the prediction target, then the FSP can be generated using these mean and standard deviation of the group delay time. The FSP is predicted using another ANN model using similar P-wave features as the FSA ANN model. The earthquake records of the Taiwan Strong Motion Instrumentation Program from 1992 to 2006 were used to train and validate the proposed approach, and the promising accuracy of PGA and Sa prediction is obtained.

Keywords: Peak Ground Acceleration, Pseudo-spectral Acceleration, Artificial Neural Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

一般化パレート分布に基づく強震動加速度記録の解析
Analysis of strong-motion acceleration records based on the Generalized Pareto distribution

*中原 恒[1]
*Hisashi Nakahara[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座
1. Solid Earth Physics Laboratory, Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

はじめに

防災科学技術研究所のK-NET，KiK-netにより20年以上にわたって強震動記録が観測・蓄積され，高品質かつ大量の強震動記録からなるデータベースが構築されている．このデータベースの中で，観測された最大の加速度は2008年岩手宮城内陸地震の際のIWTH25（一関西）観測点における4022galである．最大加速度の上限について，物理的にはどこかに上限があるはずであるが，観測データからはどの程度のことが言えるのだろうか？本研究では，このことについて検討する．そのため，データベースから最大加速度が1gを超えるような極大地震動の記録のみを抜き出し，一般化パレート分布を用いた統計解析により，最大加速度に上限が見られるのかどうかを統計的に検証することにした．

強震動記録の極値の統計解析

強震動加速度記録の統計的な解析は古くから行われてきているが，例えばHanks and McGuire（1981）は，カリフォルニアの強震動記録を用いて，強震動加速度記録が有限時間長の帯域制限ガウス確率過程として近似できることを示した．この結果に基づくと加速度記録のRMS振幅から極値統計に基づいて最大加速度を予測することができる．RMS振幅に対する最大値の比をピークファクターと呼ぶ．Gusev (1996)はメキシコの強震動加速度記録を用いて極値統計に基づいてピークファクターを調べ，ガウス分布よりもべき分布のように裾が重い分布の方が結果をよく説明できることを指摘した．裾が重い分布としては，Cauchy分布やLevy分布がある（例えば，Lavallee，2008）．しかし，一般に極値統計は極値のみを用いるため，データ数が少なくなってしまう．そこで極値だけではなく，ある閾値を設定してそれを超えるすべてのデータを用いて分布の裾の振る舞いを調べるPeaks Over Threshold（POT）解析がある．閾値を超えたデータは一般化パレート分布に従い，その形状パラメタが負であれば分布に上限（あるいは下限）があることになる．本研究では，強震動加速度記録に一般化パレート分布を適用し，分布のパラメタを推定する．

データ解析

K-NET，KiK-netのデータベースから，最大加速度が1gを超える記録のみをダウンロードして，解析に使用した．98個の記録が選択された．そのうち，余震など別の地震の混入により波形が汚染されていたり，継続時間が短いためデータ数が少ないものを除去して，77個の水平動記録を解析することにした．加速度記録のオフセットを除去した後，POT解析の閾値を10-300galの範囲で変化させ，それより大きな閾値に対して一般化パレート分布の形状パラメタ，スケールパラメタ，平均超過量が安定し始める閾値を決める．その際，トランポリン効果のような影響があるかもしれないので，加速度記録の正値と負値を独立に解析を行う．負値は絶対値

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

をとり，絶対値に対して解析を行う．一般化パレート分布のパラメタは最尤法で推定した．P-Pプロットと Q-Qプロットを作成して，閾値を超えたデータが確かに一般化パレート分布で説明されることを確認した．

結果とまとめ

77個の記録に対して，いずれも一般化パレート分布で概ねよく説明されることが分かった．そのうち，形状パラメタが負になり，データから最大加速度に上限があることが示されたのは，正の振幅で48個，負の振幅で53個，全体で約7割であった．また，残り3割の記録は，一般化パレート分布にはあてはまるものの，形状パラメタは0以上となり，最大加速度に上限が見られないということになった．スパイク的な振幅が見られた場合にこのような結果になる場合が多いように感じられる．上限の値は概ね6000gal以下となった．しかし，上限は形状パラメタの逆数に比例するため，形状パラメタが0に近い負値となった数例ではさらに桁が大きい極端な値が求められた．これは形状パラメタが実質0で，上限はないと解釈した方がよいだろう．物理的には最大加速度に上限があるはずであるが，観測データからは統計的に抑えられない場合も3割程度あることを示す．今後その理由について考察を進める必要がある．

謝辞　本研究では，防災科学技術研究所のK-NET，KiK-netの強震動記録を使用させていただきました．記して感謝いたします．

キーワード：強震動、最大加速度、一般化パレート分布
Keywords: Strong motion, peak ground acceleration, generalized Pareto distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

[SSS13-P01] 2018年北海道胆振東部地震の被害地域における微動観測および臨時地震観測

*西村 武[1]、野口 竜也[2]、小野 祐輔[2]、河野 勝宣[2]、日比 慧慎[1] (1.鳥取大学 大学院 持続性社会創生科学研究科 博士前期課程 工学専攻 社会システム土木コース、2.鳥取大学大学院 工学研究科)

[SSS13-P02] **Nonlinear site amplification for high intensity ground motions during the 2018 Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake**

*Yadab Prasad Dhakal[1]、Takashi Kunugi[1]、Takeshi Kimura[1]、Wataru Suzuki[1]、Shin Aoi[1] (1.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED))

[SSS13-P03] 平成30年北海道胆振東部地震で大震度を観測したK-NET追分およびKiK-net追分における微動アレイ探査

*古川 拓人[1]、時松 孝次[1]、大川 出[1]、田中 均[1]、元木 健太郎[2] (1.株式会社 東京ソイルリサーチ、2.株式会社 小堀鐸二研究所)

[SSS13-P04] 拡散波動場理論に基づくK-NET追分とKiK-net追分の地下構造モデルの推定：近接2地点の同時逆解析

*古家 萌子[1]、元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、古川 拓人[2] (1.株式会社小堀鐸ニ研究所、2.株式会社東京ソイルリサーチ)

[SSS13-P05] Exploration of the velocity structure model in the Mukawa town, damaged area during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*重藤 迪子[1]、高井 伸雄[2]、堀田 淳[3]、野本 真吾[3]、前田 宜浩[4]、高橋 浩晃[2]、一柳 昌義[2]、山中 浩明[5]、地元 孝輔[5]、津野 靖士[6]、是永 将宏[6]、山田 伸之[7] (1.九州大学、2.北海道大学、3.株式会社ジオテック、4.防災科学技術研究所、5.東京工業大学、6.公益財団法人鉄道総合技術研究所、7.高知大学)

[SSS13-P06] 三次元速度構造を考慮したGreen関数と強震記録による2018年北海道胆振東部地震の震源過程

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1] (1.京都大学防災研究所)

[SSS13-P07] 強震波形記録を用いて推定された平成30年北海道胆振東部地震の震源過程

*久保 久彦[1]、鈴木 亘[1]、岩城 麻子[1]、青井 真[1]、関口 春子[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.京都大学防災研究所)

[SSS13-P08] 平成30年北海道胆振東部地震の広帯域地震動シミュレーション

*岩城 麻子[1]、森川 信之[1]、前田 宜浩[1]、久保 久彦[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P09] **波形のS波初動部分を用いた波形逆解析による熊本平野および益城町周辺の深部地盤構造の推定**

*室井 謙吾[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]、三宅 弘恵[3]、山田 伸之[4] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環/地震研究所、4.高知大学理工学部)

[SSS13-P10] 2016年熊本地震の余震記録を用いた高周波経験的グリーンテンソル微分（EGTD）の高精度化への検討

*吉田 沙由美[1]、堀家 正則[1]、宮腰 研[2] (1.株式会社阪神コンサルタンツ、2.一般財団法人　地域　地盤　環境研究所)

[SSS13-P11] 2016年熊本地震の余震記録のスペクトル分離解析による熊本平野の地盤増幅特性の評価

*飯田 朋美[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、篠山 大輝[8]、津野 靖士[5]、是永 将宏[5]、山田 伸之[7]、三宅 弘恵[6]、神野 達夫[3]、重藤 迪子[3]、吉見 雅行[2]、松島 信一[4]、川瀬 博[4]、浅野 公之[4]、岩田 知孝[4] (1.東京工業大学、2.産業技術総合研究所、3.九州大学、4.京都大学、5.鉄道総合技術研究所、6.東京大学、7.高知大学、8.電力中央研究所)

[SSS13-P12] 2016年4月15日熊本の地震(Mj6.4)の運動学的および動力学震源モデル

*吉田 邦一[1]、宮腰 研[1] (1.一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所)

[SSS13-P13] 曲面断層を考慮した2003年宮城県北部の地震（M_{JMA}6.4）の震源破壊過程と強震動生成域

*染井 一寛[1]、宮腰 研[1]、郭 雨佳[1] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所)

[SSS13-P14] 強震動記録を用いた2018年島根県西部の地震（Mw5.6）の震源破壊過程の推定

*倉橋 奨[1]、宮腰 研[2] (1.愛知工業大学、2.地域地盤環境研究所)

[SSS13-P15] 震源近傍の強震記録に基づくM6クラスの地震のSMGAの推定－2011年茨城県北部の地震（M6.1）を対象として－

*元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、塩田 哲生[2] (1.小堀鐸二研究所、2.四国電力)

[SSS13-P16] 地表および潜在断層地震における国内の内陸地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則の違い

*吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]、野口 竜也[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P17] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その１：地震動予測式の選定）

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.大崎総合研究所)

[SSS13-P18] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その２：地震動ハザード評価）

*宮腰 淳一[1]、森井 雄史[1]、森川 信之[2]、藤原 広行[2] (1.大崎総合研究所、2.防災科学技術研究所)

[SSS13-P19] **2018年大阪府北部地震による富士川河口断層帯周辺地域における長周期地震動のシミュレーション**

*橋本 整奈[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、是永 将宏[2]、津野 靖士[2]、三宅 弘恵[3]、先名 重樹[4] (1.東京工業大学　環境社会理工学院、2.公益財団法人　鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター/地震研究所、4.防災科学技術研究所)

[SSS13-P20] コーダ規格化法を用いた茨城県周辺域のKiK-net観測点におけるサイト増幅特性の推定

*河原 純[1]、中村 敬浩[1]、山田 卓司[1] (1.茨城大学大学院理工学研究科)

[SSS13-P21] 2014年長野県北部の地震における堀之内地区の地震動レベルの推定

*河合 亮太[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SSS13-P22] Ground type classification for strong ground motion prediction based on characteristics of phase-velocity curves from microtremor explorations

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、松山 尚典[2]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、藤原 広行[2] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P23] **地震被害推定のための地盤モデルの構築**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P24] **近年の液状化被害を踏まえた液状化被害率の検討**

*先名 重樹[1]、小澤 京子[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P25] **MeSO-net観測点における地表地震記録の推定**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P26] 微動アレイ探査における水平動成分を利用した位相速度推定手法によるラブ波抽出の可能性について－愛知県西尾市の場合

*土田 琴世[1]、堀家 正則[1]、山田 浩二[1]、末廣 匡基[1]、吉田 沙由美[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS13-P27] 東海地域における微動アレイ探査に基づく浅部地盤構造モデルの高度化

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、松山 尚典[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P28] 強震動を用いた地震波干渉法による千葉県下総地域の地震基盤構造モデルの検証

*地元 孝輔[1]、山中 浩明[1] (1.東京工業大学)

[SSS13-P29] 微動アレイ観測に基づく佐賀平野のＳ波速度構造

*吉見 雅行[1]、重藤 迪子[2]、丸山 正[1] (1.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2.九州大学大学院人間環境学研究院)

[SSS13-P30] 島根県大田市波根地区および久手地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、山口 仁、森田 悠平、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P31] 鳥取県北栄町由良地区および西園地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、留奥 勝也、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P32] ネパール・カトマンズ盆地における反射法地震探査

*小鹿 浩太[1]、川崎 悠介[1]、プラダン オム[1]、山本 正人[1]、信岡 大[1]、松原 由和[1]、松山 尚典[1]、Monika Jha[2]、Chintan Timisina[2]、Suresh Shrestha[2]、Mukunda Bhattarai[2]、Dinesh Nepali[2]、Soma Nath Sapkota[2]、三宅 弘恵[3]、纐纈 一起[3] (1.応用地質株式会社、2.ネパール産業省鉱山地質局、3.東京大学地震研究所)

[SSS13-P33] ネパール・カトマンズ盆地トリブバン国際空港近傍での広帯域微動アレイ探査

*横井 俊明[1]、林田 拓己[1]、バッタライ ムクンダ[2]、ポカレル タラ[2]、シュレスタ スレッシュ[2]、ティムシナ チンタン[2]、バッタライ シュニタ[2]、ネパリ ディネッシュ[2] (1.国立研究開発法人　建築研究所国際地震工学センター、2.ネパール産業商務省鉱山地質局)

[SSS13-P34] 小規模微動アレイ(5～15m)によるベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市周辺の平均S波速度分布

*長 郁夫[1]、大久保 慎人[2] (1.産業技術総合研究所、2.高知大学)

[SSS13-P35] Microtremor Array Exploration in the Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

*大久保 慎人[1] (1.高知大学 教育研究部自然科学系理工学部門)

[SSS13-P36] **Turkey-Japan Joint Project on Modeling of Geological Structures for Strong Ground Motion Simulations due to Crustal Earthquakes in Eskisehir Basin, Turkey, by Using Seismic Interferometry Method**

*Mehmet Safa Arslan[1]、Kosuke Chimoto[2]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS13-P37] **Nonlinear Ground Motion Response During the 2016 Meinong Taiwan Earthquake**

*Kuo-Liang Wen[1]、Chun-Te Chen[2] (1.National Central University, Department of Earth Sciences、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[SSS13-P38] Earthquake damage of the 2017 Pohang earthquake in South Korea

*Mikyung Choi[1]、Sun-Cheon Park[1]、Dong-Hyo Sohn[1]、Seolhan You[1]、Jongsun Sun[1]、Seongheum Cho[1]、Duk-Kee Lee[1] (1. Korea Meteorological Administration)

2018年北海道胆振東部地震の被害地域における微動観測および臨時地震観測

Observation of Aftershock due to the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake and Microtremor observation in the Damaged Area

*西村 武[1]、野口 竜也[2]、小野 祐輔[2]、河野 勝宣[2]、日比 慧慎[1]
*Isamu Nishimura[1], Tatsuya Noguchi[2], Yusuke Ono[2], Masanori Kohno[2], Keishin Hibi[1]

1. 鳥取大学 大学院 持続性社会創生科学研究科 博士前期課程 工学専攻 社会システム土木コース、2. 鳥取大学大学院 工学研究科
1. Graduate School of Sustainability Science,Tottori Univercity,Department of Engineering,Social Systems and Civil Engineering Program, 2. Department of Engineering Tottori Univercity

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震において被害の原因を探るために，震源近傍の強震観測点を中心に微動観測と地震観測を実施した．

微動観測は2018/11/7，11/8，11/9の日中に，地すべり箇所（厚真町）1地点（ATM），建物被害箇所（むかわ町寺前）1地点（MKW1），強震観測点のK-NET鵡川（MKW2），K-NET追分（OIW1），KiK-net追分（OIW2），JMA鹿沼（SKN）4地点の計6地点で実施した．使用機器には加速度型微動計JU410（白山工業）を用い，測定方向を水平動2成分(NS，EW)成分，上下動成分の3成分とし，サンプリング周波数は200Hz，GPSクロックにより時刻校正させる仕様で，測定時間は10分間程度の測定を行った．全箇所とも微動計4台を用いて，円の中心に1台，円周上に等間隔で3台（内接する三角形の各頂点）に配置させるアレイ観測を実施した．地すべり箇所では山体の山頂部と麓にそれぞれ1台の微動計を設置させて同時観測も実施している．

微動の3成分観測記録より，20.48秒を5区間以上選定し，3成分のフーリエスペクトルを算出，対数ウィンドウ（係数20）で平滑化し，水平動のスペクトルと上下動のスペクトルの比(H/V)を求めた．アレイ観測記録は，CCA法（Cho et. al.，2006）によりセグメント長10.24秒，Parzenウィンドウ（バンド幅0.3Hz）でスペクトルを平滑化し，位相速度分散曲線を求めた．位相速度分散曲線とH/Vを用いて，レイリー波基本モードを仮定して，試行錯誤で地盤構造モデルを推定した．

地震観測は2018/11/7～11/8に地すべり箇所（厚真町）で実施した．使用機器には速度型地震計KVS300(近計システム)とデータレコーダー(計測技研)を組み合わせて，地震計は埋設し，測定方向を水平動2成分(NS，EW)成分，上下動成分の3成分とし，サンプリング周波数200Hzで常時収録，GPSクロックによる時刻校正，バッテリー稼働とする仕様とした．設置場所は地すべり箇所の山体の山頂付近で元の地盤が残存する箇所とした．

地震観測記録より，S波部の10.24秒の区間を切り出し，両端に0.5%のコサインテーパーを施し，Parzenウィンドウ（バンド幅0.3Hz）でスペクトルを平滑化し，各成分のフーリエスペクトルを算出，微動記録と同様にH/Vを求めた．

いずれの観測点においても地下10ｍまでがS波速度75～130m/sと推定され、これは火山灰の層に対応していると考えられる。特に被害が生じた鹿沼，厚真町の観測点では堆積時期が異なる火山灰の層が2層重なって堆積しており、この層が大規模な地震地すべりを引き起こしたと示唆される。微動および地震動H/Vの卓越周期は、この火山灰層の層厚に対応していると考えられる。また、尾根筋の方向と直行方向のH/Vのスペクトル振幅が、平行な方向のそれより大きくなることもわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：微動探査、地すべり、H/Vスペクトル、S波速度、地盤構造
Keywords: Microtremor observation, landslide, H / V spectral ratio, S-wave velocity, subsurface abstraction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nonlinear site amplification for high intensity ground motions during the 2018 Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*Yadab Prasad Dhakal[1], Takashi Kunugi[1], Takeshi Kimura[1], Wataru Suzuki[1], Shin Aoi[1]

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED)

Large peak ground accelerations (PGAs) exceeding 1g on both the horizontal and vertical components were recorded at a fault distance of about 25 km during the September 6, 2018, Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake. Explaining the large PGAs at the distance for the magnitude of the event requires detailed investigation of the site response and source radiations. At several sedimentary sites, peak ground velocities (PGVs) exceeding 100 cm/s were recorded. Comparison of the observed PGAs and PGVs with the ground motion prediction equations (GMPEs) by Si and Midorikawa (1999) revealed that the observed data, especially the PGVs, were substantially larger at fault distances smaller than about 40-50 km, while the data at longer distances showed little or no trend different from the GMPEs. This motivated us to examine the site response during the earthquake. We processed many small amplitude (PGAs between 5 and 20 cm/s/s) accelerograms from earthquakes that occurred prior to the mainshock (the Mw 6.6 event) at sixteen KiK-net sites, and compared the surface-to-borehole spectral ratios between the small-amplitude ground motions from prior earthquakes and large-amplitude ground motions recorded during the mainshock. The comparison suggested that the sites at short distances where PGVs were underestimated, sustained various degrees of nonlinear site response, and the recovery is still undergoing at some of the sites based on similar analysis of aftershock recordings. Nonlinear site amplification has been known for a long time for the reduction of short-period ground motion amplitudes at a soil site during strong input motions compared with the weak input motions. Another commonly reported effect of nonlinear site response is the shift of predominant frequency to lower one. This second effect was found to be very prominent during the mainshock at soil sites and smaller distances, which caused stronger amplification at relatively longer-periods resulting into large PGVs and large JMA intensities. At the site of largest PGA, the ground motions were amplified by an order of magnitude at the new predominant frequency during the mainshock. We also analyzed the horizontal-to-vertical (H-to-V) spectral ratios at K-NET sites where PGAs were larger than 200 cm/s/s. We found that the K-NET sites also experienced larger degree of nonlinear site response at sites of larger PGAs. Based on the above analysis, the nonlinear site amplification could be one of the major reasons for the high intensity ground motions that were underestimated at the smaller distances by the GMPEs. Moreover, two sites (IBUH01: KiK-net; HKD127: K-NET), which were closely located, recorded vertical PGAs exceeding 1g for the up going motions at the surface, and the recordings showed asymmetric waveforms and amplitudes characteristics to the nonlinear site response reported during a few earthquakes in the past. A few sites having lower vertical PGAs were also suspected of being experienced nonlinear site response on vertical motions. Finally, we derived an ad-hoc equation to correct for the nonlinear site amplification in the prediction of horizontal PGVs with respect to the GMPE by Si and Midorikawa (1999). The results indicated that the stronger input motions may induce larger changes in PGVs at the surface than that for a proportional change in the shallow S-wave velocities (Dhakal et al. 2019).

Reference:

Dhakal YP, Kunugi T, Kimura T, Suzuki W, Aoi S (2019) Peak ground motions and characteristics of nonlinear site response during the 2018 Mw 6.6, Hokkaido eastern Iburi earthquake. Earth, Planets and Space (submitted)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Si H, Midorikawa S (1999) New attenuation relations for peak ground acceleration and velocity considering effects of fault type and site condition. Journal of Structural and Construction Engineering Transactions of AIJ 523:63–70

Keywords: Soil nonlinearity, 2018 Iburi earthquake, PGA, PGV, Spectral ratios

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年北海道胆振東部地震で大震度を観測したK-NET追分およびKiK-net追分における微動アレイ探査
Microtremor array measurements at strong motion recording stations, HKD127 and IBUH01, in 2018 Hokkaido Iburi earthquake.

*古川 拓人[1]、時松 孝次[1]、大川 出[1]、田中 均[1]、元木 健太郎[2]
*Takuto Kogawa[1], Koji Tokimatsu[1], Izuru Okawa[1], Hitoshi Tanaka[1], Kentaro Motoki[2]

1. 株式会社 東京ソイルリサーチ、2. 株式会社 小堀鐸二研究所
1. TOKYO SOIL RESEARCH CO.,LTD., 2. KOBORI RESEARCH COMPLEX INC.

１．はじめに

2018年9月6日3時7分に，北海道胆振地方東部でMj6.7の地震が発生した。この地震は，震源の深さが37kmと深いのに対し，震度6強や震度7の大振幅の地震動が観測されたという特徴がある。この要因の１つとして，地盤による地震動の増幅が考えられた。そこで筆者らは，表層地盤の増幅特性を推定する目的で，震度６強もしくは震度７を観測した地震観測点のうち6地点において，微動アレイ探査を実施した。

なお，本発表では，これらの探査地点のうち，ほぼ同位置であるのにもかかわらず計測震度に差が見られたK-NET追分(HKD127)およびKiK-net追分(IBUH01)に着目し，地盤構造を推定した結果を示す。

２．微動アレイ探査

微動アレイ探査のセンサー配置は正三角形の頂点と中心の4点とした。各点で上下動の測定を行い，アレイ中心では水平2成分を加えて3成分測定を行った。アレイ半径は，最小1mから最大200mまでとし，アレイ半径を変えて複数の探査を実施した。その際，半径10m以下のアレイ探査については地震観測点近傍にてそれぞれ実施したが，半径25m以上のアレイ探査については，K-NET追分とKiK-net追分の距離が約100mと近いことから，地震観測点周辺で実施した結果を両観測点に適用した。

３．解析

得られた微動データの波形が定常と考えられる区間を解析区間として選定し，微動アレイデータからは空間自己相関法(SPAC法)による分散曲線を，3成分の微動データからはH/Vスペクトルを算定した。これらの分散曲線およびH/Vスペクトルに適合する地盤構造を，遺伝的アルゴリズムによる逆解析で推定した。その際，H/Vスペクトルに対してはレイリー波およびラブ波の高次モードの影響を考慮し，また分散曲線についてはレイリー波の基本モードを仮定して推定した。

謝辞

小堀鐸二研究所の加藤研一氏には，微動アレイ探査の計画から解析に至るまで，多くのご助言とご配慮をいただきました。また，微動アレイ探査に際しては，株式会社小堀鐸二研究所の鈴木文乃氏，古家萌子氏，株式会社鹿島建設の星野和也氏，株式会社東京ソイルリサーチの斉藤実岬氏，川口智美氏にご協力いただきました。記して感謝いたします。

キーワード：微動アレイ測定、H/Vスペクトル、分散曲線、北海道胆振東部地震、速度構造
Keywords: Microtremor Array Measurement, H/V Spectra, Dispersion Curve, 2018 Hokkaido Iburi earthquake, Velocity Structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

拡散波動場理論に基づくK-NET追分とKiK-net追分の地下構造モデルの推定：近接2地点の同時逆解析

Subsurface structure model based at diffuse-field theory in Oiwake region: Simultaneous inversion analysis on adjacent two sites

*古家 萌子[1]、元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、古川 拓人[2]
*Moeko Koie[1], Kentaro Motoki[1], Kenichi Kato[1], Takuto Kogawa[2]

1. 株式会社小堀鐸ニ研究所、2. 株式会社東京ソイルリサーチ
1. KOBORI RESEARCH COMPLEX INC., 2. TOKYO SOIL RESEARCH CO., LTD.

平成30年北海道胆振東部地震の際、K-NET追分では震度6強（6.4）、KiK-net追分では震度7（6.7）が観測された。2地点間の距離は100mほどであるにもかかわらず0.3の震度差が生じている。2地点の応答スペクトルをみると、KiK-net追分の卓越周期で両者の振幅差が最大となる。この原因のひとつとして、表層地盤構造の相違が考えられる。本検討では、拡散波動場理論に基づくH/Vの逆解析により2地点の地盤構造モデルを推定し、両者の相違点を検討した。

表層地盤の非線形の影響が小さく実体波が卓越する地震として、本震以前に発生し、かつ最大加速度100cm/s^{2}未満で震央距離の震源深さに対する比が2以上の地震を選定した。そのS波部分のH/V平均値を、逆解析に用いる観測H/Vとする。なお、水平成分は2成分の自乗和平方根とした。観測H/Vのピーク周期（以降、H/V周期）はK-NET追分がKiK-net追分より短い。また、長周期における両者の観測H/Vの値はおよそ一致した。

逆解析では、近接した2地点であり、さらに2地点の観測H/V平均値の長周期側の形状がよく似ていたことから、PS検層モデルの最下層（Vs=890m/s）以深を共通として、それ以浅の構造は各地点で探索する。深部構造を共通させるため、2地点同時逆解析を実施した。ハイブリッドヒューリスティック法を採用し、探索範囲はPS検層とJ-SHISによる情報を参照して設定した。J-SHISを参照した深部では層厚を探索させ、PS検層を参照した浅部では主にS波速度を探索させた。

逆解析の結果、各地点で観測H/Vに整合的なモデルが同定された。工学的基盤面相当の深さはK-NET追分で7mであるのに対し、KiK-net追分では20mとなった。また、AVS30はK-NET追分で278m/s、KiK-net追分では243m/sとなり、全体的にKiK-net追分のS波速度はK-NET追分より遅い結果となった。各地点で探索した浅部の増幅率を計算すると、増幅率の１次周期（以降、固有周期）はKiK-net追分（0.31s）よりK-NET追分（0.20s）が短い。また、本震の地表記録の擬似速度応答スペクトルの卓越周期（以降、本震の卓越周期）は、固有周期と同様にKiK-net追分（0.53s）よりK-NET追分（0.48s）が短い。固有周期と本震の卓越周期でKiK-net追分よりK-NET追分が短いことから、表層地盤の違いが本震地震動の違いに影響していると考えられる。しかしながら、固有周期よりも本震の卓越周期の方が2地点とも長い傾向にあり、表層地盤の非線形挙動が含まれている可能性がある。

今後は表層地盤の非線形性の影響も考慮した地盤増幅率を評価して震度の違いの原因を検討する予定である。

キーワード：平成30年北海道胆振東部地震、拡散波動場理論、H/V逆解析、地下構造
Keywords: The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, Diffuse-field theory, H/V inversion, Subsurface structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploration of the velocity structure model in the Mukawa town, damaged area during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*重藤 迪子[1]、高井 伸雄[2]、堀田 淳[3]、野本 真吾 [3]、前田 宜浩[4]、高橋 浩晃[2]、一柳 昌義[2]、山中 浩明[5]、地元 孝輔[5]、津野 靖士[6]、是永 将宏[6]、山田 伸之[7]
*Michiko Shigefuji[1], Nobuo TAKAI[2], Jun Horita[3], Shingo Nomoto[3], Takahiro Maeda[4], Hiroaki Takahashi[2], Masayoshi Ichiyanagi[2], Hiroaki Yamanaka[5], Kosuke Chimoto[5], Seiji Tsuno[6], Masahiro Korenaga[6], Nobuyuki Yamada[7]

1. 九州大学、2. 北海道大学、3. 株式会社ジオテック、4. 防災科学技術研究所、5. 東京工業大学、6. 公益財団法人鉄道総合技術研究所、7. 高知大学
1. Kyushu University, 2. Hokkaido University, 3. Geo-Technical Research Co.,Ltd, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 5. Tokyo Institute of Technology, 6. Railway Technical Research Institute, 7. Kochi University

The 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake (M_w 6.6, focal depth=37 km) occurred on 6 September 2018 at the Hidaka arc-arc collision zone, Hokkaido, Japan. The many building damages by strong ground motion were concentrated around K-NET Mukawa strong motion observation station (HKD126). Strong motion records had strong power in 1-2 second periods of the response spectrum to destroy the timber frame buildings. It is an important examination to know the cause of the generation of this destructive strong motion.

To understand the site effects of this strong motion, we estimate the velocity structure models by using the microtremor array and multichannel analysis of surface wave measurements at three sites; around HKD126 site, a hillside site located about 6 km north from HKD126, and midpoint between both sites. We carried out the microtremor array measurements (R=1-2000 m) on 14-16 December 2018. We used servo type velocity sensor (Le-3D/5s) and 24-bit data logger (DATAMARK LS-7000XT) with GPS time calibration. At small arrays (R<~10 m), we used moving coil accelerometer (JEP-6A3, 10V/g). The fundamental Rayleigh wave phase velocity is examined with the spatial autocorrelation method. We also carried out a multichannel analysis of surface wave to emphasize the high-frequency side phase velocity. We set 24 channel 4.5 Hz geophones in interval 1 m with GEODE and 10 kg wood hammer. The phase velocity is examined with the Frequency-wavenumber method. The shear wave velocity structure models are estimated to fit the dispersion curve of the fundamental mode of Rayleigh wave using the genetic algorithm inversion method (Yamanaka and Ishida, 1998). The phase velocity data of the large array (R=2000 m) were used in common to the three sites.

Comparing the velocity structures, the Vs=1300 m/s layer’s depth of HKD126 is shallower than the hillside site ones and midpoint depth is mid of both. This tendency of depth variation is the same as the seismic bedrock and subsurface structure depth variation of AIST model (Yoshida *et al.*, 2007) and J-SHIS V2 model (Fujiwara *et al.*, 2012). On the other hand, about the shallow part, engineering bedrock depth of hillside site is shallower than the HKD126. The midpoint’s seismic bedrock is mid for the others, however, the surface soft soil deposit is detected as richer than the HKD126. These features of the shallow part structure's variation are able to confirm by the surface geology or Vs30 values of J-SHIS.

Acknowledgements: A part of this study was supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research No. 18K19952 and 17H06215 from MEXT of Japan, and MEXT of Japan’s Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：2018北海道胆振東部地震、速度構造モデル、微動観測、表面波探査
Keywords: The 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake, Velocity structure model, Microtremor measurement, MASW

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三次元速度構造を考慮したGreen関数と強震記録による2018年北海道胆振東部地震の震源過程

Source Process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake Inferred from Strong Motion Data and Green's Functions Based on Three-Dimensional Velocity Structure Model

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1]
*Kimiyuki Asano[1], Tomotaka Iwata[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

The source rupture process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake (M_{JMA} 6.7) was analyzed by the kinematic waveform inversion using strong motion data. Since this earthquake occurred close to the Hidaka Collision Zone and the Ishikari Lowland, the crustal and sedimentary basin structure of surrounding region is rather complex. Thus, we tried to use a three-dimensional velocity structure model to compute theoretical Green's functions. We used the Japan Integrated Velocity Structure Model (JIVSM; Koketsu *et al.*, 2012), and the Green's functions were computed by the three-dimensional finite difference method. The source fault model with strike-angle variation was set by referring to the spatial distribution of early aftershocks and the Global CMT solution. The source rupture process was estimated by the multiple time-window kinematic waveform inversion method (e.g., Hartzell and Heaton, 1983). The observed data for the inversion was strong-motion velocity waveforms in 0.04–0.5 Hz at K-NET, KiK-net and F-net stations. The rupture starting point was assumed to be at the hypocenter located by JMA at a depth of 37 km. The strong motion stations were selected based on the result of forward ground motion simulation of an Mw 4.1 aftershock occurring on September 14, 2018.
The estimated source model has small slip in the vicinity of the hypocenter, but significant slip is found in the depth range from about 22 km to 32 km. The rupture mainly propagated toward shallow and southwest direction. Considering crustal structure in this region (e.g., Iwasaki et al., 2004; Kita et al., 2012), the large slip area (asperity) is located in the middle-to-lower crust, and its rupture does not reach the upper crust. The depth range of significant slip is consistent with the spatial distribution of early aftershocks. Later aftershocks occurring in shallower depth are thought to occur outside the mainshock's source fault.

Acknowledgements: Strong motion data from K-NET, KiK-net and F-net (NIED) and JMA unified hypocenter catalog were used in this study. This study was supported by the Grant-in-Aid for Special Purposes 18K19952 (PI: Prof. Hiroaki Takahashi at Hokkaido University) from MEXT.

キーワード：2018年北海道胆振東部地震、強震記録、震源過程、三次元速度構造モデル
Keywords: the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, strong motion data, source rupture process, three-dimensional velocity structure model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強震波形記録を用いて推定された平成30年北海道胆振東部地震の震源過程

Source process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake derived from strong motion data

*久保 久彦[1]、鈴木 亘[1]、岩城 麻子[1]、青井 真[1]、関口 春子[2]
*Hisahiko Kubo[1], Wataru Suzuki[1], Asako Iwaki[1], Shin Aoi[1], Haruko Sekiguchi[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 京都大学防災研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. DPRI, Kyoto University

The 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake (M_{jma} 6.7) struck southern Hokkaido, Japan on September 6, 2018 (JST). This earthquake caused strong ground motions over southern Hokkaido with a maximum seismic intensity of 7 on the JMA scale and a maximum PGA of over 1500 cm/s/s. In this study, we estimate the source process of this earthquake using strong motion waveforms.
For source-process analysis of this event, we develop a curved fault model based on the spatial distribution of aftershocks. This curved fault model consists of multiple planes, each with a width of 20 km, a common dip angle (65 degree), and a common top depth (approximately 22 km). The common dip angle refers to the moment tensor analysis of F-net. The strike angle of the planes smoothly changes along the strike direction: the strike angle is 15˚ at the north part, 340˚ at the central part, and 40˚ at the south part. The rupture starting point is set to the hypocenter determined by JMA. The curved fault model is divided into 15 subfaults along the strike direction and 10 subfaults along the dip direction.
We use velocity waveforms at 20 stations of K-NET and KiK-net, F-net of NIED. The waveforms are band-pass filtered between 0.05 and 0.5 Hz, resampled to 10 Hz, and windowed from 1 s before S-wave arrival for 25 s.
Green's functions are calculated with the discrete wavenumber method (Bouchon 1981) and the reflection/transmission matrix method (Kennett and Kerry 1979) assuming 1-D velocity structure models. The structure models are obtained for each station from the 3-D structure model (Fujiwara et al. 2009). Logging information is also used for the KiK-net station. To consider the rupture propagation effect, 25 point-sources are uniformly distributed over each subfault in the calculation of Green’ s functions.
The multi-time-window linear waveform inversion method (Olson and Apsel 1982; Hartzell and Heaton 1983) is used in this study. The slip time history of each subfault is discretized using eight smoothed ramp functions (time windows) progressively delayed by 0.4 s and having a duration of 0.8 s each. The triggering velocity of first time window is set to 1.4 km/s to minimize the data-fit residual. Two orthogonal slips of each time window at each subfault are derived by minimizing the difference between the observed and synthetic waveforms using the non-negative least-squares scheme (Lawson and Hanson 1974). The slip angle is allowed to vary centered at 107˚, which is the rake angle of the F-net analysis. In addition, we impose a spatiotemporal smoothing constraint on slips (Sekiguchi et al. 2000).
In the estimated source model, the large slips are found at approximately 30 km depth in the up-dip direction from the hypocenter. In the first 6 s, the rupture grows slowly around the hypocenter with small slips. Then, the rupture developed with the large moment release between 6 s and 12 s in the large slip area. The large slip area does not overlap with the active aftershock area

キーワード：平成30年北海道胆振東部地震、震源過程、強震動
Keywords: 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, Source process, Strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年北海道胆振東部地震の広帯域地震動シミュレーション
Broadband ground-motion simulation of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake

*岩城 麻子[1]、森川 信之[1]、前田 宜浩[1]、久保 久彦[1]、藤原 広行[1]
*Asako Iwaki[1], Nobuyuki Morikawa[1], Takahiro Maeda[1], Hisahiko Kubo[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

１．はじめに

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M_{JMA}6.7）弱を観測するなど各地に強い揺れがもたらされた．震源域周辺は，陸域としては他の地域と比べて深い場所で地震活動が見られる地域に相当し（地震調査委員会，2018），これまでの内陸地殻内地震の地震動予測で対象としていない深さである．このような深い地殻内地震による強い揺れが，従来の地震動予測の枠組みで説明可能かどうか検証する必要がある．

２．広帯域地震動シミュレーション

この地震を対象として強震動予測レシピ（地震調査委員会，2017）に基づく特性化震源モデルを用いたハイブリッド法による広帯域地震動シミュレーションを行い、観測地震動の再現を試みた．断層面は強震波形インバージョンによる断層すべり分布（久保・他，本大会）とF-netモーメントテンソル解を参考に，長さ28km，幅22kmの一枚面を下部地殻内に設定した．内陸地殻内地震（活断層で発生する地震）についてのレシピ(ア)に従って微視的断層パラメータを設定し，破壊開始点を断層中央深さ35km，その上部にアスペリティを一つ置いた．地震モーメントは断層面積と地震モーメントの経験式（入倉・三宅2001）を仮定して設定したものであり，短周期レベルは壇・他(2001)の平均値である．これを基本モデルとする．

J-SHIS深部地盤モデルv2 （藤原・他，2009, 2012）を用いて，接続周期1秒で三次元差分法（GMS; 青井・他，2004）と統計的グリーン関数法（壇・佐藤，1998）のハイブリッド法で工学的基盤面上の広帯域地震動を計算し，さらにAVS30，最大速度と計測震度の関係式（藤本・翠川，2005, 2006）によって地表計測震度を求めた．

長周期帯域の速度波形は，多くの地点で主要なパルスの到達時刻や最大振幅値などの特徴が観測記録と調和的であった．広帯域では地表計測震度について観測記録と比較したところ，全体に過小評価傾向であった．その原因として，震源モデルや深部および浅部の地盤構造モデルが十分でないことが考えられるが，ここでは計算領域全体で短周期成分が過小評価になっていることから，まずは短周期レベルの値が変わることによる計算地震動への影響を調べることにした．この地震の震源特性について，友澤・他（2018, 地震学会）では地震モーメントに対する短周期レベルを，解析条件によって壇・他（2001）の平均値の1～2倍程度と推定している．この知見を参照し，基本モデルよりもアスペリティ面積が小さく，短周期レベルが壇・他（2001）の平均値の1.5倍程度の震源モデルを設定すると，計測震度の再現性が全体的に向上した．

３．まとめと課題

本検討では，この地震に対する特性化震源モデルについて従来の内陸地殻内地震よりも短周期レベルを高めに設定することで観測記録の説明性が向上した．これは地震の深さや発生環境に特徴づけられる震源特性を反映している可能性がある．

今後は，震源特性についてさらに検討し長周期帯域も含めた再現性向上を試みる．また，特に短周期地震動が卓越した観測点において，表層地盤による増幅特性を考慮する必要があると考えている．

謝辞：気象庁，北海道，札幌市，K-NET，KiK-netの強震波形記録を使用しました．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：平成30年北海道胆振東部地震、強震動、広帯域地震動シミュレーション、内陸地殻内地震
Keywords: the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, strong ground motion, broadband ground-motion simulation, inland crustal earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

波形のS波初動部分を用いた波形逆解析による熊本平野および益城町周辺の深部地盤構造の推定

Estimation of 1D S-wave velocity structures in Kumamoto plain and Mashiki town using a waveform inversion of S-wave

*室井 謙吾[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]、三宅 弘恵[3]、山田 伸之[4]
*Kengo Muroi[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Seiji Tsuno[2], Masahiro Korenaga[2], Hiroe Miyake[3], Nobuyuki Yamada[4]

1. 東京工業大学環境・社会理工学院、2. 公益財団法人鉄道総合技術研究所、3. 東京大学大学院情報学環/地震研究所、4. 高知大学 理工学部
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Railway Technical Research Institute, 3. The University of Tokyo, 4. Kochi University

2016年熊本地震は内陸の活断層による地殻内地震であり、熊本県益城町では多くの木造家屋に被害が生じた。被災地周辺での強震動の理解には地下構造を知ることが重要であるが、工学的基盤より深部の地下構造は充分明らかでない。本研究では、本震時の被災地周辺における強震動特性の評価を目的として、熊本地震の余震の観測記録を利用して既往の地下構造モデルの修正を行った。さらに、修正した地下構造モデルを用いて、本震の地震動の再現を行った。

まず、既往の地下構造モデルとして地震調査研究推進本部の全国1次地下構造モデルを用いて、3次元差分法による被災地周辺における余震の地震動シミュレーションを行った。検討した地震は4月19日M5.5の余震であり、震源モデルとして、走向方向に8km、傾斜方向に4kmの断層面を設定した。益城町の観測点の観測波形と計算波形の比較から、既往モデルによる計算波形では観測波形に見られる定性的な特徴は捉えられているものの、振幅の大きさや位相といった詳細な特徴を再現することが難しいことが分かった。

そこで、余震記録の観測波形のS波初動部分の到着時間や振幅を利用して、波形逆解析により観測点直下の1次元S波速度構造モデルをチューニングすることにした。逆解析ではハイブリッドヒューリスティック探索によって観測波形と離散化波数法を用いた1次元シミュレーションによる計算波形の振幅の誤差の2乗和平均が最小となる速度構造モデルを、熊本平野部および益城町周辺における観測点36点において推定した。逆解析により推定された地下構造モデルで計算した余震の波形では、既往のモデルで計算した波形と比べて、観測波形の位相や振幅の特徴がよく説明できるようになった。

最後に、逆解析による1次元モデルを用いて全国1次地下構造モデルを修正した地下構造モデルを利用して、本震の地震動シミュレーションを行った。本震の震源モデルとしてKubo et al.(2016)によるモデルを用い、計算波形には表層地盤の影響を考慮するためJ-SHISの表層地盤増幅率を乗じた。計算により求めた計測震度分布は益城町中心部における計測震度を過小評価しており、益城町役場の計算波形は観測波形と比べて3倍～4倍小さかった。一方で、K-NET熊本、KiK-net益城の計算波形は振幅、位相ともに観測波形の特徴をよく説明できていることが分かった。これらの結果は、修正した地下構造モデルが熊本平野部では妥当なものである一方、修正した益城町中心部の直下の地下構造は、再構築が必要であることを示している。

キーワード：2016年熊本地震、波形逆解析、1次元S波速度構造、地震動シミュレーション
Keywords: The 2016 Kumamoto Earthquakes, Waveform Inversion, 1D S-wave Velocity Structure, Simulation of Ground Motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震の余震記録を用いた高周波経験的グリーンテンソル微分（EGTD）の高精度化への検討

Investigation to estimate high-frequency Empirical Green’s tensor derivatives (EGTD) using aftershocks for the 2016 Kumamoto earthquake

*吉田 沙由美[1]、堀家 正則[1]、宮腰 研[2]
*Sayumi Yoshida[1], Horike Masanori [1], Ken Miyakoshi[2]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ、2. 一般財団法人　地域　地盤　環境　研究所
1. HANSHIN CONSULTANTS Co., Ltd., 2. Geo-Research Institute

1) Introduction

Green’s tensor derivatives play a key role for evaluation and prediction of strong ground motions and for surveys of the velocity and damping structures. However, it is difficult to generate high-frequency (above 1Hz) Green’s tensor derivatives using numerical approaches for want of fine geological structure models. Plicka and Zahradnik (1998) proposed a method for estimation of Empirical Green’s tensor derivatives (EGTDs) using multiple small earthquakes. EGTDs does not require the structural model along propagation paths for their estimation and is possible to calculate high-frequency ground motions for any focal mechanism. In this study, we investigate the conditions required (focal mechanism, grouping radius, applicable frequency) to obtain high-frequency EGTDs, using aftershocks of the 2016 Kumamoto earthquake.

2) Data and method

The size of the aftershocks ranges between the magnitudes 2 and 4. The focal mechanism, such as the strike, the dip angle, and the rake angle, and the source parameters of radiated spectra, such as the seismic moment and the corner frequency, are required for the estimation of EGTDs. The focal mechanism was obtained from the sign of P-wave first motions and the source parameters were obtained from the Fourier spectra of S-wave motions, assuming the model.

We first set the grouped aftershocks located within a sphere with a certain radius. Then, we estimated 3 EGTDs for 3-component ground motions from the grouped aftershocks by the approach developed by Plicka and Zahradnik (1998). Finally, we evaluated the accuracy of the estimated EGTDs by the correlation coefficients between observed seismic recordings of the grouped aftershocks and those calculated using the estimated EGTD for the 3- component ground motions. We furthermore evaluate the accuracy of EGTDs by investigating whether they can reproduce seismic waveforms of the aftershocks which are not contained in the group.

3) Results

Accurate EGTDs up to 2 Hz can be stably estimated from most groups with the radius of 1km, having the correlation coefficients over 0.8. Also, these EGTDs can reproduce the seismic motions of the aftershock that is not contained in the group. In the meantime, the correlation coefficients calculated from the estimated EGTDs up to 4Hz are not always not high values over 0.8 even for the groups with the radius 0.5 km. These results suggest that estimation of EGTDs up to the frequency higher than 2Hz requires accurate focal mechanism and source parameters of the radiated spectra. Thus, we will improve them, for example, using the Genetic algorithm.

4) Acknowledgement

In this study, we use event waveform data provided by NIED (Hi-net).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：経験的グリーンテンソル、2016年熊本地震、高周波数
Keywords: Empirical Green’s tensor, 2016 Kumamoto earthquake, high-frequency

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震の余震記録のスペクトル分離解析による熊本平野の地盤増幅特性の評価

Estimation of Site Amplification Characteristics in Kumamoto plain by Spectral Separation Analysis Using Aftershock Records of the 2016 Kumamoto Earthquake

*飯田 朋美[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、篠山 大輝[8]、津野 靖士[5]、是永 将宏[5]、山田 伸之[7]、三宅 弘恵[6]、神野 達夫[3]、重藤 迪子[3]、吉見 雅行[2]、松島 信一[4]、川瀬 博[4]、浅野 公之[4]、岩田 知孝[4]
*Tomomi Iida[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Daiki Shinoyama[8], Seiji Tsuno[5], Masahiro Korenaga[5], Nobuyuki Yamada[7], Hiroe Miyake[6], Tatsuo Kanno[3], Michiko Shigefuji[3], Masayuki Yoshimi[2], Shinichi Matsushima[4], Hiroshi Kawase[4], Kimiyuki Asano[4], Tomotaka Iwata[4]

1. 東京工業大学、2. 産業技術総合研究所、3. 九州大学、4. 京都大学、5. 鉄道総合技術研究所、6. 東京大学、7. 高知大学、8. 電力中央研究所
1. Tokyo institute of Technology, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Kyushu University, 4. Kyoto University, 5. Railway Technical Research Institute, 6. The University of Tokyo, 7. Kochi Unicersity, 8. Central Research Institute of Electric Power Industry

2016年熊本地震は，4月14日にM6.5の地震、16日にM7.3の地震が起こり、震度7を2回観測した熊本県益城町を中心に大きな被害が生じた。本研究では主に熊本地震の余震を中心とした239地震の際に防災科学技術研究所の強震観測網K-NET/KiK-net、熊本県の自治体震度観測点、臨時強震観測点(Yamanaka et al., 2016等)の計197観測点で観測された強震記録をスペクトルインバージョンによって震源・伝播経路・地盤増幅特性に分離した。拘束条件には、KiK-netのOITH08(宇目西)観測点を基準観測点とし、地表と孔底のスペクトル比から推定した地震基盤までのS波速度構造を用いて一次元重複反射理論により算出した地表の理論増幅特性を用いた。伝播経路のQ値は既往研究(例えば, 染井他、2018)と矛盾のない結果を示した。震源特性はオメガスクエアモデルによって説明することができた。また、震源特性から計算した地震モーメントはF-netによる地震モーメントと同程度であった。地盤増幅特性は、沖積平野で、0.5-2.0Hzの低周波数の増幅が大きく、山地では2Hz以上の高周波数の増幅が平野部と比べて大きくなることがわかった。スペクトルインバージョンによって求めた地盤増幅特性を一次元重複反射理論を用いて逆解析することで、熊本平野の堆積層のS波速度と地盤減衰の推定を行い、熊本平野の中央部の堆積層が約600mと厚いことがわかった。

謝辞：本研究は文部科学省科学技術基礎調査委託事業「平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査」（代表機関：九州大学大学院理学研究院)の一部として実施された余震観測のデータを使用しました。

キーワード：スペクトルインバージョン、2016年熊本地震、地盤増幅
Keywords: Spectral inversion technique, the 2016 Kumamoto Earthquake, Site Amplification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年4月15日熊本の地震(Mj6.4)の運動学的および動力学震源モデル
Kinematic and dynamic source models of the 2016 Mj6.4 Kumamoto third large earthquake

*吉田 邦一[1]、宮腰 研[1]
*Kunikazu Yoshida[1], Ken Miyakoshi[1]

1. 一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所
1. Geo-Research Institute

2016年熊本地震の地震群のうち，3番目に大きい2016/4/15 00:03に発生したMj6.4の地震について，まず強震記録のインバージョン解析により震源過程を求め，その結果をもとに，運動学的震源モデルを再現するような動力学震源モデルの構築を試みた．まず，強震記録のマルチプルタイムインバージョン解析により震源過程を求めた．解析には，防災科学技術研究所K-NET, KiK-net，気象庁および自治体震度計の計11観測点を使用した．速度構造モデルは，Yoshida et al. (2017)による余震の波形フィッティングによる構造モデルのチューニングにより求めた．この時，余震の震源位置にはdouble-difference法により再決定されたもの(Uchide et al., 2016)を用いた．本震の断層面は1.5 km×1.5 kmの小断層に，時間方向にはパルス幅0.8秒のスムーズドランプ関数を0.4秒間隔で6個並べ離散化した．各小断層からの理論グリーン関数の計算には，離散化波数法(Bouchon, 1981)と反射・透過係数行列法(Kennett and Kerry, 1979)により点震源の波形を計算して求めた．逆解析にはマルチタイムウィンドウインバージョン法(Hartzell and Heaton, 1983)を用いた．解析対象には，観測加速度記録に0.05－1.0 Hzのバンドパスフィルターを適用し，1回積分して作成した速度波形とした．P波到達から18秒間を切り出し，解析に用いた．なお，KiK-net 観測点では地中波形を逆解析の対象とした．破壊伝播速度V_{FT} は，平滑化係数λを固定して，2.0～2.6 km/sの範囲で0.2 km/sごとに解を求め，それらの残差が最小となった2.4 km/sを採用した．各機関(USGS W-phase, USGS body wave, USGS Regional, Global CMT, JMA, F-net)のCMT解のM_0は平均が1.2×10^{18} Nmであったので，採用したV_{FT}のうちM_0がもっともこの値に近くなるようなλの解を採用した．解析により得られた震源モデルでは，破壊開始点より浅部に，最大滑り量は約1 m，平均すべり量が0.6～0.7 mのアスペリティと高すべり速度域（High slip/moment Rate Area, HRA; 吉田・他，2017）が求められた（図左）．アスペリティの上端では，すべり量と比べてすべり速度が小さく，同定されたHRAはアスペリティよりも上端の1メッシュ分小さいものが求められた．この解析で得られた断層面積，アスペリティ面積などはスケーリング則に良く対応した．

次に，この地震のインバージョン解析で得られた震源モデルの応力分布や経験的グリーン関数(EGF)法による解析結果（倉橋・他，2017）などをもとに動力学シミュレーションを行った．広域応力場はUrata et al (2017)などを参考に，σ_1=100 MPa，σ_3=50 MPaとした．断層面上の応力降下量分布は，インバージョン解析で得られたすべり量分布からOkada (1992)の方法で静的応力降下量分布を計算し，アスペリティやHRAで平均したものをパッチとして与えたモデル，すなわち応力降下量分布を特性化して設定した．設定した静的応力降下量は，それぞれアスペリティモデルでは3.9 MPa, HRAモデルでは4.9 MPa，背景領域は両者とも1.0 MPaである．破壊強度の設定は，設定した応力降下量をもとに，EGFによるSMGAの応力パラメータを実効応力とみなして，実行応力=破壊強度+静的応力降下量となるよう設定した．臨界すべり量Dcは，既往研究を参考にしたほか，KMMH14においてDc’’(Fukuyama and Mikumo, 2007)を求めたところ15 cm程度であったこと，予備検討の結果などから，ここでは断層面全体で10 cmとした．シミュレーションは差分法で行い，格子間隔は50 m×50 m，時間間隔は0.004秒として8秒間分を計算した．破壊が断層面全体に伝わるよう，実効応力がHRAのモデルでは6.3 MPaに，アスペリティでは5.1 MPaとなるよう破壊強度を調整した（両者で実効応力が異なるのは，背景領域の応力降下量が面積の違いにより異なるため，図左下）．シミュレーションの結果は，運動学的震源モデルのモーメントや滑り分布（アスペリティやHRAで0.6 m程度）を良く再現するものが得られた（図右）．ただし，アスペリティ上端部でのすべり量がやや小さいこと，アスペリティやHRAの上

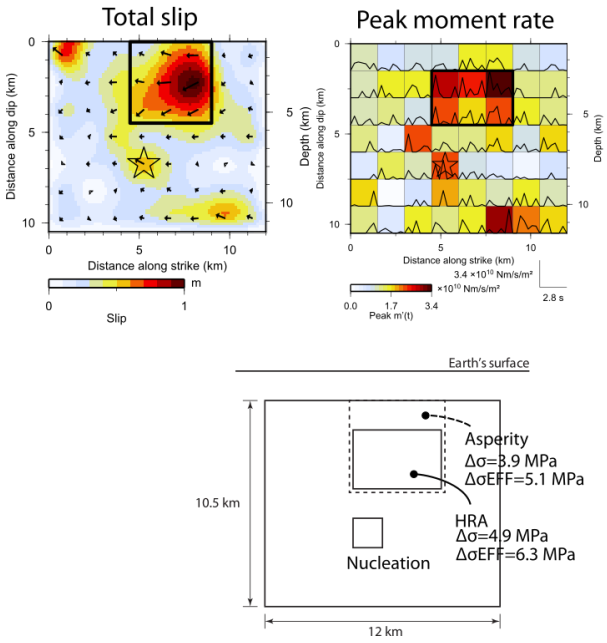
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

端で大きなすべり速度のパルスが現れることがあること，断層面上の一部でスーパーシア破壊（S波速度を超える破壊伝播速度の破壊）が見られること，といった課題が残った．臨界すべり量など，さらに動力学パラメータの検討を進める必要があると考えられる．

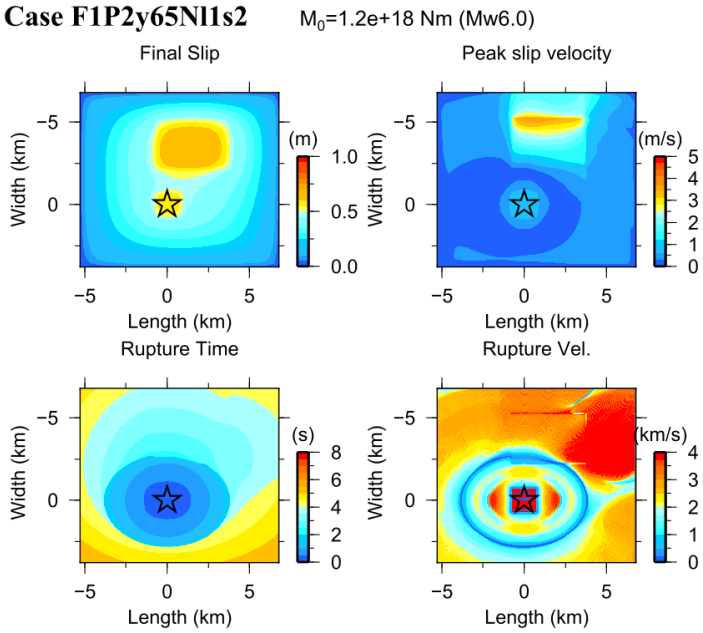
謝辞　防災科学技術研究所K-NET, KiK-net, 気象庁震度計，御船町の記録を使った．震源位置は産業技術総合研究所内出崇彦博士に提供いただいた．この研究の一部は原子力規制庁「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（内陸型地震による地震動の評価手法の検討）事業」の成果である．

キーワード：2016年熊本地震、震源過程、動力学シミュレーション
Keywords: 2016 Kumamoto earthquake, source process, dynamic simulation

Kinematic model



Dynamic simulation



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

曲面断層を考慮した2003年宮城県北部の地震（M_{JMA}6.4）の震源破壊過程と強震動生成域

Source rupture process and strong motion generation area assuming the curved fault model for the 2003 northern Miyagi prefecture earthquake

*染井 一寛[1]、宮腰 研[1]、郭 雨佳[1]
*Kazuhiro Somei[1], Ken Miyakoshi[1], Yujia Guo[1]

1. 一般財団法人地域地盤環境研究所
1. Geo-Research Institute

2003年7月26日宮城県北部で発生した逆断層型の内陸地殻内地震（M_{JMA}6.4）では，2枚断層セグメントを設定した強震波形インバージョンによって断層面上のすべり分布が推定され（例えば，Hikima and Koketsu, 2004），北側の断層セグメントの浅部（上端深さ0.59 km）に1 m程度の大きなすべりが生じたことが報告されている．一方で，この地震後に実施された現地調査では，震源域周辺において明瞭な地表地震断層は見つかっていない（例えば，今泉・他, 2003）．上述した浅部の大きなすべりは，北側の断層セグメントの南端付近に集中しているため，再決定余震分布（Okada et al., 2003）によって指摘されているような屈曲部を考慮した断層面を設定することは，より現実に近いすべり分布を得るために重要であると考えられる．本研究では，曲面断層を考慮した震源インバージョンを実施し，さらに広帯域地震動シミュレーションから強震動生成域（SMGA；Miyake et al., 2003）を推定することで，本地震の詳細な震源破壊過程と強震動生成過程を考察した．

まず，K-NET，KiK-net，気象庁の各観測点で記録された強震波形（0.1-1.0 Hz）を用いたマルチタイムウィンドウ線形波形インバージョンにより断層面上での震源破壊過程を推定した．仮定した曲面断層モデルは，上述した再決定余震分布や周辺の地質構造を参考にして，Hikima and Koketsu (2004) による2つの平面断層セグメント（北側セグメントと南側セグメント）と，その間を滑らかな曲面で接続する遷移セグメントの計3セグメントで構成した．断層モデルの長さ，幅，最浅部の深さは，それぞれ20 km，11 km，0.59 kmとした．この曲線断層モデルを，1.0×1.0 kmの220の小断層によって分割し，各小断層の中心にライズタイム1.0秒の平滑化傾斜関数のタイムウィンドウを0.5秒間隔で6つ設定することですべり時間関数を表現した．第一タイムウィンドウの破壊伝播速度は，波形残差から最適な2.8 km/sとした．理論グリーン関数は，1次元速度構造モデルから離散化波数法（Bouchon, 1981）と反射透過係数行列法（Kennett and Kerry, 1979）によって計算した．各観測点の速度構造モデルは微動アレイ探査によって構築されたモデル（染井・他, 2018）或いはレシーバー関数法によって推定されたモデル（Petukhin・宮腰, 2006）を使用した．

次に，経験的グリーン関数法（Irikura, 1986）を用いた0.3-10 Hzの広帯域地震動シミュレーションに基づいてSMGAをモデル化した．2つのSMGAの破壊開始点と破壊開始時間は，複数の観測波形の2つの波形パケットのS波走時から予め決定した．スケーリングパラメタのNとCの値は観測震源スペクトル比から推定した．SMGAの面積，破壊速度，ライズタイム，SMGA内の相対的な破壊開始点位置といった最適なパラメタセットは，波形残差関数を最小とするようグリッドサーチによって決定した．

震源インバージョンとSMGAモデリングから得られた主要な結論は以下の通りである．１）最大すべり量0.93 mの大きなすべりは震源から北側の遷移セグメントに集中した．抽出されたアスペリティ領域（Somerville et al., 1999）の大きさは35 km^{2}でその上端は3.07 kmであった．これはHikima and Koketsu (2004)のアスペリティ上端（0.59 km）よりも深い．また，面積は既往のスケーリング則（Somerville et al.,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1999）と比較して平均的であった．２）すべり速度が大きいHRA領域（吉田・宮腰, 2013）の大きさは29 km^2で，アスペリティ領域の端部に抽出された．３）SMGAはHRAに近い位置に推定され，24 km^2の大きさの2つのSMGAから生成された合成地震動は広帯域で観測地震動をよく再現した．４）2つのSMGAの応力降下量は13.7 MPaであり，これは日本国内の過去の内陸地殻内地震に対して得られているSMGAの応力降下量と比して平均的な値である．

謝辞：本研究は，平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（内陸型地震による地震動の評価手法の検討）業務による成果の一部である．

キーワード：2003年宮城県北部の地震、曲面断層、震源インバージョン、強震動生成域、経験的グリーン関数法
Keywords: The 2003 northern Miyagi prefecture earthquake, Curved fault, Source inversion, Strong motion generation area, Empirical Green’s function method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強震動記録を用いた2018年島根県西部の地震（Mw5.6）の震源破壊過程の推定

Estimation of source rupture process during the 2018 Shimane-ken seibu earthquake using strong motion data

*倉橋 奨[1]、宮腰 研[2]
*Susumu Kurahashi[1], Ken Miyakoshi[2]

1. 愛知工業大学、2. 地域地盤環境研究所
1. Aichi Institute of Technology, 2. Geo-Research Institute

1.はじめに

2018年4月9日1時32分，島根県西部の地震（Mw5.6）が発生した．この地震の最大震度は5強で，PGAは564galであった．本研究では，比較的大きな加速度や震度が観測されたこの地震の強震動を説明するため，波形インバージョンにより震源破壊過程を評価した．

２．波形インバージョンによる破壊領域の推定

本研究では，マルチタイムウインドウ線形波形インバージョン法（Sekiguchi et al., 2000）に基づき震源破壊過程について時空間的にすべり量分布を構築した．解析に用いるデータは速度波形のS波部分とし，震央距離約40km以内の13観測点（K-NET，KiK-net）の記録を用いた．グリーン関数は，1次元地下構造モデルを仮定して離散化波数法（Bouchone, 1981）および反射・透過係数行列法(Keneett and Lerry,1979)を用いて計算した．断層モデルは，余震分布とF-netのCMT解を参考にして走向330度，傾斜角84度とした．

解析は，2段階に分けて行った．１段階目は0.1～0.5Hzを対象として，主に破壊領域の推定に注目して解析を行い，2段階目は0.1～1.0Hzを対象として，アスペリティの抽出に注目して解析を行った．

1段階目では，断層面の長さと幅はともに12km，小断層サイズは2.0km四方に設定した．すべり速度の基底関数は，ライズタイム1.0秒のsmoothed ramp関数を0.5秒間隔で3個配置した．

解析の結果，明瞭なパルスが見られる震源近傍の観測点SMN006の観測波形も含めて，遠くの観測点もおおむね再現されていることを確認した．得られたすべり量分布を，Somerville et al. (1999)の規範に基づきトリミングをした結果，トリミングが可能であり，10.5km×12kmの断層破壊領域が得られた．入倉・三宅（2001）の地震モーメントと破壊面積との既往のスケーリングと比較したところ，本地震の破壊面積はスケーリングの値の約３倍程度大きかった．地震モーメント，面積，破壊速度，平均すべり量はそれぞれ，$4.67*10^{17}$Nm，126km^{2,} 2.7km/s，0.11mと推定された．

３．波形インバージョンによるアスペリティの抽出

2段階目として，0.1～1.0Hzを対象として主にアスペリティの抽出に注目して解析を行った．断層面の大きさは１段階目と同じ設定で，小断層サイズは1.5km四方とした．すべり速度の基底関数は，ライズタイム0.6秒のsmoothed ramp関数を0.3秒間隔で6個配置した．なお，破壊速度は2.7km/sに固定した．

その結果，破壊開始点およびその浅部付近にすべり量の大きい領域が存在することがわかった．このすべり量分布より，アスペリティとHigh Rate Area(HRA)を，それぞれSomerville et al.(1999)と吉田ほか（2015）の方法により抽出した．HRAは，ピークモーメントレートの場所を抽出した領域で，強震動の生成の場所と関係があると指摘されている（吉田ほか，2015）．本研究で抽出したアスペリティとHRAは，同じ場所と面積と推定された．一方で，既往のスケーリング則と比較するとそれよりも大きく評価された．地震モーメント，破壊速度はそれぞれ$2.23*10^{17}$Nm，最大すべり量は0.65ｍと推定された．スケーリング則におけるMw6クラスの結果は，その他の地震でもばらつきが大きく，同規模の地震の結果を含め，継続的な検討が必要であると考えられる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

４．まとめ

本研究では，2018年島根県西部の地震（Mw5.6）における震源破壊過程の構築を試みた．アスペリティとHRAはほぼ同じ面積で同じ場所であることを確認した．一方で，既往のスケーリング則と比較すると，過大評価となった．Mw6クラス地震については，今後，継続的な検討が必要と考えられる．

謝辞：本研究は，原子力規制庁の委託研究「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（内陸型地震による地震動の評価手法の検討）事業」の一部として実施しました．独立行政法人 防災科学技術研究所
K-NET，KiK-netの観測記録を使用しました．記して感謝します．

キーワード：2018年島根県西部の地震、震源破壊過程、強震動
Keywords: The 2018 Shimane-ken seibu earthquake, source rupture process, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震源近傍の強震記録に基づくM6クラスの地震のSMGAの推定－2011年茨城県北部の地震（M6.1）を対象として－
An estimation of SMGA of M6 class earthquakes based on strong motion records near the source regions

*元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、塩田 哲生[2]
*Kentaro Motoki[1], Kenichi Kato[1], Tetsuo Shiota[2]

1. 小堀鐸二研究所、2. 四国電力
1. Kobori Research Complex, 2. Shikoku Electric Power Company

１．はじめに

K-NET、KiK-netなどの高密度な地震観測によって、M6クラスでも1Gを超える大振幅の地震動が近年観測されるようになった。大振幅が発生した要因として、例えば2004年北海道留萌支庁南部で発生した地震（M6.1）では、強震観測点近傍の2つのSMGAが地震動に支配的であることが示された（Maeda and Sasatani, 2008、元木・他、2015）。活断層が認められていない地域で発生する規模の小さい地震は、強震動予測時に用いる断層モデルを設定しにくい。この種の地震に対し、大振幅の地震動を引き起こすSMGAの応力降下量や面積などの情報を蓄積していくことは、地震動レベルの設定に有用な情報を与えると考えられる。本報告では、2011年茨城県北部の地震（KiK-net高萩IBRH13の地表で1026cm/s^{2}を観測）を対象として、SMGAの逆解析を行った。

２．解析方法とデータについて

震源断層モデルは経験的グリーン関数法（EGF）を用いた逆解析によって同定する。未知数は、SMGA破壊開始点の位置、応力降下量比c、重ねあわせ数N、SMGAのサイズ、SMGA内の破壊伝播速度、SMGAの破壊開始時刻、ライズタイム、破壊の揺らぎを与える乱数とした。SMGAの逆解析には非線形問題にも利用でき、初期値に依存しないハイブリッドヒューリスティック法（山中、2007）を用いた。

解析に使用した観測点は非線形の影響が小さいと考えられる観測点を選定する。まず、KiK-net地中観測点のうち、震源近傍の2点IBRH13、IBRH14（十王）を選定した。SMGAの同定には震源断層を囲むような配置が望ましく、KiK-netのみでは観測点が不足する。そこでK-NETの観測点から野口・笹谷（2012）によるDNLを用いて、非線形の影響が小さいIBR001（大子）とFKS014（矢祭）の2点も選定した。

要素地震は震源断層付近で発生している地震の中から、IBRH13の本震記録と波形形状が近い7地震を選定し、それぞれの地震に対し逆解析を実施することとした。

３．SMGAの同定

要素地震の候補となる小地震のfcは、本震との震源スペクトル比を求め、ω^{-2}モデルを仮定して記録に適合するように遺伝的アルゴリズムで同定した。探索範囲の設定には既往の震源モデル（JMA, 2017）や小地震と本震の震源スペクトル比から予想されるcやNを参考にしながら設定した。このとき、M_0はF-netによる値を、短周期レベルAは震源スペクトル比から求められた値を超えないように条件を設定した。同定に用いる誤差関数には、加速度包絡形、変位波形、およびフーリエ振幅とした。

一つのSMGAを仮定して震源近傍の地震動を説明するSMGAを推定した。推定されたSMGA位置は既往の震

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

源インバージョンの結果（気象庁、2017や引間、2017）のすべりが大きい場所とよく対応している。SMGAは、全体のM_0の約1/3、短周期レベルAが約2/3と推定された。IBRH13を除く3点を用いた同定も実施した。その結果、SMGAの位置についてはばらつきが見られたが、他のパラメータは4点を用いた結果と概ね対応することを確認した。

さらに推定したSMGAが震源近傍の地震動を再現するかを確認するため、IBRH13の地中観測点を対象として、波数積分法（Hisada and Bielak, 2003）を用いシミュレーションを行った。解析に用いる地下構造モデルは、PS検層の情報がある深さまではその情報を用い、それ以深についてはJ-SHISのモデルを参照した。すべり角はG-CMT解やJMA初動解を参照して、-70度と設定し、ライズタイムは試行錯誤的に求めた。シミュレーション結果は観測記録に見られるパルス波や応答スペクトルを再現する結果が得られた。ここで推定したSMGAを用いると、理論に基づくグリーン関数からも観測記録を再現できることを確認した。

４．既往研究との比較

本検討で推定したSMGAの面積と、Miyake et al.(2003)によるM_0-S_{SMGA}の関係と比較する。本検討結果は既往研究によるSMGAの面積よりも小さい。乱数の異なる解もMiyake et al.(2003)の関係よりも全て小さい結果となった。両者の違いを考察すると、一つはモデル化の考え方の違いによると考えられる。本検討のSMGAは前述の通り全体のM_0の約1/3、Aの約半分を負担している。一方、Miyake et al.(2003)のSMGAは本震のM_0、Aの全てをSMGAに負担するように設定しており、その違いが表れている可能性がある。このことを確かめるため、他の地震も検討しデータを蓄積していくことが重要であると考え、2013年栃木県北部の地震を対象とした解析も予定している。

キーワード：強震動生成域、M6級地震、逆解析、経験的グリーン関数法
Keywords: Strong motion generation area, M6 class earthquake, Inversion, Empirical Green's function method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表および潜在断層地震における国内の内陸地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則の違い

Difference in short-period level between the surface and buried fault rupture crustal earthquake in Japan

*吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]、野口 竜也[1]
*Shohei Yoshida[1], Takao Kagawa[1], Tatsuya Noguchi[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Tottori University

内陸地殻内地震における地表地震断層の有無は周期1.0秒以下の短周期帯域の地震動に影響を与えることが既往研究から知られている(Somerville, 2003)．具体的に地表断層地震を生じない地震（潜在断層地震）の短周期帯域の地震動は，地表断層地震を生じた地震（地表断層地震）のものより1.5から2.0倍程度大きくなることが報告されている．Kagawa *et al.* (2004) は上述の地震動特性の違いが震源特性に起因していると考え，震源インバージョンよる不均質すべり量分布の特性化から主たる要因を浅部および深部地殻（境界を深さ5km）の震源特性の違い（最大すべり速度，応力降下量等）と結論付けている．

地震調査研究推進本部による強震動予測手法レシピの微視的断層パラメーターのひとつに短周期レベルがある．短周期レベルは加速度震源スペクトルのコーナー周期より短周期側のフラットレベルであり，短周期帯域の強震動生成を決める重要な震源パラメーターである．地表および潜在断層地震における地震動特性の違いから，短周期帯域の地震動生成に影響する短周期レベルは地表地震断層の有無で違いが生じることが推測される．本研究では国内の内陸地殻内地震を対象として，経験的グリーン関数法により構築された特性化震源モデルから評価される短周期レベルと地震モーメントの関係から地表および潜在断層地震を考慮したスケーリング則について考察した．

参考文献
Somerville, P. G.(2003) : Physics of the Earth and Planetary Interior, 137, pp.201-212.
Kagawa et al.(2004) : Earth planet and space, 56, 3-14.

キーワード：内陸地殻内地震、地表地震断層、震源特性、短周期レベル
Keywords: Inand crustal earthquake, Surface fault rupture, Seismic source characteristics, Short-period level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その１：地震動予測式の選定）

Probabilistic seismic hazard assessment of response spectra for whole Japan (part 1: Selection of ground motion prediction equations)

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1]
*Nobuyuki Morikawa[1], Junichi Miyakoshi[2], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所、2. 大崎総合研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Ohsaki Research Institute, Inc.

地震調査研究推進本部より公表されている全国地震動予測地図のうち、確率論的地震動予測地図では、震度または最大速度で表現されている。一方、地震リスク評価や工学分野においては、応答スペクトルの地震ハザード評価が有益である。本検討では、日本全国を対象とした全国地震動予測地図の地震活動モデルによる応答スペクトルの地震ハザード評価を試みる。本稿では、地震ハザード評価に用いる地震動予測式の選定について述べ、次報（その２）において評価結果を示す。

Douglas (2019) では、1973年以後に発表された290の地震動スペクトルの予測式が整理されているが、そのうち主に日本の観測記録から求められたものは約50ある。2003年十勝沖地震は高密度強震観測網（K-NET、KiK-net）で記録が得られた世界でも初めてのマグニチュード8クラスの地震であり、地震ハザードに対する海溝型巨大地震の影響が大きい日本において当該地震の記録を用いた地震動予測式を用いることは重要である。本検討ではやや短周期成分を主としつつもある程度広い周期帯域について工学的基盤上で評価を行う。また、日本全国を対象とすることを踏まえて、以下の条件を満たす式を選定する。

a. 査読付き論文として発表されている。
b. 主に日本の観測記録が用いられており、2003年十勝沖地震の記録を含む。
c. 最大加速度および周期0.1～5秒を含み、工学的基盤上で評価できる。
d. 地震タイプ（地殻内地震、海溝型プレート間地震、海溝型プレート内地震）の震源特性や伝播経路特性の違いを考慮できる。
e. 異常震域がモデル化されている
f. 特定の地域のみを対象としていない。
g. マグニチュード9クラスの地震のデータも用いられている。

その結果、Morikawa and Fujiwara (2013) およびZhao et al. (2016a, b, c)による二組の式が選定された。ただし、g.の条件に関しては、いずれの式も東北地方太平洋沖地震のみの記録から求められているため、南海トラフ地震への適用性などに関しては不確実さが大きいと言わざるを得ない。そこで、不確実さを考慮するためにその他の条件を満たす式の中から最新のGoda and Atkinson (2009) の式も追加することとした。

これらの式による地震動を比較すると、データが豊富なマグニチュード5～6、断層最短距離50～100kmについては差が小さいものの、データが少ない震源近傍や巨大地震では差が大きい。しかしながら、データセットはそれぞれの研究者で作成されている。その結果、

・観測波形データのフィルター処理などの方法、水平動最大振幅の定義が異なる。
・同一の地震であってもマグニチュードや震源断層モデルの設定が異なる。
・地盤増幅に関する指標が地盤種別や平均S波速度など様々であり統一されていない。

という状況にあり、厳密に同一条件での比較ができない。このことはここで選定された3つの式に限定されるものでなく、同一のデータセットから求められた式が存在しない日本の予測式すべてに共通する問題である。観測記録のきわめて少ない超巨大地震や震源断層ごく近傍などを対象に含む地震ハザード評価を行う際には、認識論的不確定性を考慮して複数の地震動予測式を用いることが必要である。特定地点を対象とした地震ハザード評価を行う場合には、観測記録との整合性に基づいて重み付けを行という考えもある。ただし、その

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

整合性を評価するためには同一条件で比較できる統一基準のデータセットを構築するとともにそれに基づいて導出された地震動予測式を用いることが必要となる。

キーワード：地震ハザード評価、応答スペクトル、最大加速度、地震動予測式
Keywords: Seismic hazard assessment, Response spectra, Peak acceleration, Ground motion prediction equation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その２：地震動ハザード評価）

Probabilistic seismic hazard assessment of response spectra for whole Japan (part 2: Probabilistic seismic hazard assessment)

*宮腰 淳一[1]、森井 雄史[1]、森川 信之[2]、藤原 広行[2]
*Junichi Miyakoshi[1], Takeshi Morii[1], Nobuyuki Morikawa[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 大崎総合研究所、2. 防災科学技術研究所
1. Ohsaki Research Institute, Inc., 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

地震調査研究推進本部より公表されている全国地震動予測地図のうち、確率論的地震動予測地図では、震度または最大速度で表現されている。一方、地震リスク評価や工学分野においては、応答スペクトルの地震ハザード評価が有益である。本検討では、日本全国を対象とした全国地震動予測地図の地震活動モデルによる応答スペクトルの地震ハザード評価を試みる。本稿では、（その１）において選定した地震動予測式を用いて、応答スペクトルの地震ハザード評価結果を示す。

応答スペクトルの地震動予測式としては、Morikawa and Fujiwara (2013)（MF13）、Goda and Atkinson (2009)（GA09）、Zhao et al. (2016)（ZA16）の3つの式を用いる。また、地震動の評価位置は工学的基盤とする。具体的には、MF13およびGA09はAVS30=400m/s、ZA16はSC Iとする。複数の地震動予測式を用いる理由として、日本全国を対象とした地震動ハザードを評価する場合、現状では全国標準版の地震動予測式を一つに限定するのは難しく、ロジックツリーの一つの分岐として複数の地震動予測式を選択する可能性があるためである。

本論文では、応答スペクトルの地震動ハザードとして、周期に対する応答値のハザードカーブに基づいて、同一の超過確率となる応答値を周期を横軸にしてつないだ一様ハザードスペクトルを計算する。具体的には、確率論的地震動予測地図2018年版の地震活動モデルの「平均ケース」を用いて、6地点（札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、福岡）の一様ハザードスペクトルを計算する。なお、東京は都庁、その他は各市役所位置である。ばらつき（標準偏差）の値は確率論的地震動予測地図2018年版と同じ値とする。

結果の一例として、MF13式による札幌と東京での50年超過確率39%、10%、5%、2%のすべての地震に対する一様ハザードスペクトルと、50年超過確率10%における周期別の地震カテゴリーの影響度を示す。地震カテゴリーは、石川・他(2008)および地震調査委員会(2009)に基づいて、地震カテゴリーⅠを海溝型巨大地震、地震カテゴリーⅡを海溝型震源不特定地震、地震カテゴリーⅢを陸域浅部地震とする。図より、一様ハザードスペクトルでは、札幌と東京の地震動ハザードレベルの違いが確認できる。地震カテゴリーの影響度に対しては、札幌では、短周期帯域で地震カテゴリーⅢが支配的であるが、長周期帯域になるにつれて地震カテゴリーⅡや地震カテゴリーⅠの影響が増大する。一方、東京では、地震カテゴリーⅡが支配的であり、長周期帯域に対しては地震カテゴリーⅡだけでなく、地震カテゴリーⅠの影響も大きくなる。このように、確率論的地震動予測地図2018年版の地震活動モデルを活用することで、地域の地震動ハザードの違いを周期帯ごとに把握することが可能となる。図には示していないが、地震動予測式による違いも考察している。また、世界の地震動ハザードで標準的に作成されている最大加速度の地震動ハザードも、今回の検討に用いた地震動予測式を用いて作成する。

キーワード：地震ハザード評価、応答スペクトル、最大加速度、地震動予測式
Keywords: Seismic hazard assessment, Response spectra, Peak acceleration, Ground motion prediction equation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年大阪府北部地震による富士川河口断層帯周辺地域における長周期地震動のシミュレーション
Simulation of Long-period Ground Motion around The Fujikawa-kako Fault Zone during the 2018 Northern Osaka Earthquake

*橋本 整奈[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、是永 将宏[2]、津野 靖士[2]、三宅 弘恵[3]、先名 重樹[4]
*Seina Hashimoto[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Masahiro Korenaga[2], Seiji Tsuno[2], Hiroe Miyake[3], Shigeki Senna[4]

1. 東京工業大学　環境社会理工学院、2. 公益財団法人　鉄道総合技術研究所、3. 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター/地震研究所、4. 防災科学技術研究所
1. Tokyo Institute of Technology School of Enviroment and Society, 2. Railway Technical Research Institute, 3. The University of Tokyo, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

概要

富士川河口断層帯は、駿河湾の駿河トラフとの関連が示唆される活断層であり、活動間隔は、一般の内陸活断層に比べ相対的に短い断層である。さらに、この断層帯の上には首都圏と中京圏を結ぶ交通網の大動脈が通っている。この地域での強震動予測の高精度化は地震防災の観点から重要である。本研究では、2018年4月より新たに富士宮市及び富士市に強震観測点を設置し中小地震による強震観測記録を取得している。この地域では観測点で得られたデータの中で、2018年大阪府北部地震の記録では、揺れの継続時間が2分近くと長く、長周期成分が卓越していたことがわかった。次に、J-SHISの深部地盤構造モデルを用いて大阪府北部地震での地震動シミュレーションを行った。また、気象庁のCMT解を参考に点震源モデルを仮定した。まず、岩盤サイト(YMNH10)における波形を検討すると、計算波形は観測波形における波形の特徴を後続波までよくとらえていた。また、観測波形、計算波形ともに確認することができた波形群としては、S波が到達した後少し遅れて到達する南北の波面を持つ表面波、またその後に続く後続波は地震基盤の深さが急に深くなる山梨県南西部から到達する表面波であることがスナップショットの結果から明らかとなった。一方で、静岡市周辺の観測点では3-20秒の周期帯域で観測波形の再現性が劣ることがわかり、地下構造モデルには改善の余地があることが示された。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省による富士川河口断層帯における重点的な調査観測として実施された。

キーワード：富士川河口断層帯、大阪府北部地震、長周期地震動シミュレーション、強震観測
Keywords: The Fujikawa-kako Fault Zone , the 2018 Northern Osaka Earthquake, Simulation of Long-period Ground Motion , strong motion observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

コーダ規格化法を用いた茨城県周辺域のKiK-net観測点におけるサイト増幅特性の推定

Site amplification factors for KiK-net stations in and around Ibaraki Prefecture estimated by the coda normalization method

*河原 純[1]、中村 敬浩[1]、山田 卓司[1]
*Jun Kawahara[1], Takahiro Nakamura[1], Takuji Yamada[1]

1. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

近地地震のコーダ波のエネルギーは、十分な時間が経過すると空間的にほぼ一様に分布することが経験的に知られている。コーダ規格化法はこの事実を前提として、コーダ波の記録から震源特性・伝播経路特性・サイト増幅特性を分離する手法である（Sato et al., 2012）。コーダ規格化法を用いて地震観測点におけるサイト増幅特性を推定した研究例は多い（例えば、Takahashi et al. 2005; Takemoto et al., 2012）。しかし、同一地域で発生する複数の地震による推定値のばらつきの大きさに注目した研究例は少ないように見える。

本研究では、茨城県周辺域のKiK-netの21観測点およびF-netのTSK（つくば）観測点の強震記録にコーダ規格化法を適用した。用いた地震は4.7≦Mw≦6.4の31個の近地地震であり、発生地域に応じて4グループに分類した。各地震に対して、震央距離100 km以内の観測点のうち、最も遠い点においてS波走時の2倍経過後の時刻から約10秒間の波形データを使用した。増幅率が小さいと期待されるTSKを基準点として、KiK-netの各観測点の相対的なサイト増幅特性を求めた。また4つの地震グループ毎に増幅率の幾何平均を求めた。

解析結果は以下の通りである。(1) 低周波（0.5～1Hz）での増幅率には、基盤深度および表層地質年代との相関が見られ、既往研究（例えば、Takemoto et al., 2012）と調和的であった。(2) 基盤が浅い北部地域では、周波数によらず、地震ごとの増幅率のばらつきは小さく、地震グループごとの幾何平均はおおむね一致した。(3) 基盤が深い南部地域では増幅率のばらつきが大きく、地震グループごとの幾何平均にも差が見られた。(4) 増幅率の幾何標準偏差と、基盤深度および表層地質年代との間にも相関が見られた。(5) 大部分の観測点において、増幅率と震央距離の間に明確な関係は見られず、全体としてはコーダ波エネルギーの空間一様性が成り立っているように見える。

謝辞
防災科学技術研究所のKiK-netとF-netの強震記録およびJ-SHISの基盤深度データを使用しました。

キーワード：サイト増幅特性、コーダ規格化法、茨城県
Keywords: site amplification factor, coda normalization method, Ibaraki Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年長野県北部の地震における堀之内地区の地震動レベルの推定
Estimation of earthquake ground level in Horinouchi area in the 2014 Northern Nagano earthquake

*河合 亮太[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]
*RYOTA KAWAI[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Seiji Tsuno[2], Masahiro Korenaga[2]

1. 東京工業大学環境・社会理工学院、2. 公益財団法人鉄道総合技術研究所
1. Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering,Tokyo institute of Technology, 2. Railway Technical Research Institute

2014年11月22日に長野県北部でMj6.7の地震が発生した。最大震度6弱の揺れを小谷村や小川村で観測したが、甚大な建物被害はこれらの地域ではなく、白馬村の堀之内・三日市場地区に集中した。汐満・他(2016)は、被害が局所的に集中していた理由として、建物被害に大きな影響を与えると考えられている、周期1-1.5秒の成分が卓越した可能性を指摘している。また、笠松・他(2016)によると、墓石転倒率から、堀之内・三日市場地区の震度は震度7相当であったとしている。一方で、日本地震工学会の調査団(2015)によれば、被害地域には1階に柱や壁の少ない建物が多かったことを報告している。このことから、被害建物の耐震性の低さによって局所的な被害が起きたとも考えられる。しかし、この地区では、本震の地震記録は得られておらず、定量的に被害原因を明らかにする議論は行われていない。そこで、本研究では、本震時に同地区の地震動レベルがどの程度であったかを推定することを目的とした。

本震発生後に、地元・他(2015)によって、堀之内・三日市場地区周辺で余震観測が行われている。本研究では、それらの記録と周辺の強震観測点と震度計などによる地震記録を用いてスペクトルインバージョンを行った。スペクトルインバージョンは、地震記録のS波部分から震源特性・地盤増幅特性・伝播経路特性を分離する手法である(岩田・入倉,1986)。解析に用いた地震記録は、余震記録を含めたMj2.4からMj5.8の59地震と、本震の計60地震である。本震時のような規模の大きな地震では、軟弱な一部の地盤が非線形挙動を起こす。そのため、スペクトルインバージョンでの記録の選別には、次の3つの条件を設定した。

1)本震以外の地震記録では、PGAが100gal以下の地震記録を用いること、

2)本震時、PGAが100gal以下の地震記録では弱震時の地盤増幅特性と一致していること、

3) 本震時、PGAが100gal以上の地震記録では弱震時の地盤増幅特性と異なること。

これらの条件により、本震時にPGA100gal以上を記録した観測点で、弱震時と本震時のそれぞれの地盤増幅特性を推定している。

本震時の地盤増幅特性を推定した観測点において、弱震時と本震時の地盤増幅特性の関係を調べた。これらの地盤増幅特性の違いは、地盤の非線形などによるものだと考えられる。そこで、本研究では、本震時の地盤増幅特性を弱震時のそれで除したものをRaと定義した。このRaと本研究で実施した微動探査によるS波速度構造の関係を検討すると、本震時にPGA400gal以上の観測点では、深さ10mまでの平均S波速度(以下Vs10)が同程度であれば、Raも類似した形状を持つことが分かった。堀之内地区でのVs10は165m/sであり、小川村のVs10の151m/sと同程度である。そのため、堀之内地区の非線形特性Raは小川村のものと同程度であると考えられる。

スペクトルインバージョンにより分離した、本震の震源特性と伝播経路の減衰特性の積により、本震の地震

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

基盤でのスペクトルを算出した。また、堀之内地区の弱震時の地盤増幅特性に、上述の小川村の非線形特性Raをかけることで、本震時の堀之内地区での地盤増幅特性を推定した。これらの掛け合わせによって、堀之内地区における本震の地震動スペクトルレベルを推定した。

その結果、推定した地震動レベルは、周辺の強震観測点と比べ、木造家屋に影響の大きな周期1-1.5秒で2倍程度の強さであったことがわかり、震度6強に相当すると考えられることがわかった。一方で、中越地震や熊本地震において、木造建物に甚大な被害を及ぼした地域の強震観測点での強震動スペクトルと比較すると、本研究の推定結果は周期1-1.5秒で、それらの1/4から1/2程度の強さであった。

以上の検討により、堀之内地区での局所的な木造家屋被害は、周辺の観測点と比べて、周期1-1.5秒の成分がやや大きかったこと、同地区の建物の耐震性の低さの両者が重なり起きた被害であることがわかった。

キーワード：スペクトルインバージョン、２０１４年長野県北部の地震、非線形地盤増幅特性、建物被害
Keywords: Spectral inversion technique, 2014 Northern Nagano earthquake, Nonlinear site effect, Building damage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ground type classification for strong ground motion prediction based on characteristics of phase-velocity curves from microtremor explorations

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、松山 尚典[2]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、藤原 広行[2]
*Atsushi Wakai[1], Shigeki Senna[1], Hisanori Matsuyama[2], Yatagai Atsushi[2], Yoshiaki Inagaki[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 応用地質
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. OYO Corporation

For the purpose of strong ground motion evaluation and prediction, subsurface velocity structures in sedimentary layers have ever been modeled and sophisticated for Kanto, Tokai and Kumamoto region in the national investigation conducted by SIP (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program) of Council for Science, Technology and innovation.

There, spatially dense array-microtremor explorations also have been conducted at more than 27,500 sites in the regions, as of February 2019. They consist of miniature and irregular array measurements made at interval of about 1 km and standard-sized array ones made at interval of about 5 km. As a result, shallow S-wave velocity structures were modeled in detail, which can affect ground amplification, building and human damage.

In this study, regarding characteristics of phase-velocity (hereinafter called Pv) curves from array microtremor explorations, it was attempted to investigate relationships with geomorphologic land classification [Wakamatsu et al., 2013] and geological constitution of ground.

Pv curves can be usually obtained 2Hz to 30Hz in frequency from miniature and irregular array microtremor explorations. In general, Pv in higher frequency corresponds to velocity structures in the depth of a few of meters to 10 meters and that in lower frequency corresponds to those in the depth of dozens of meters below ground surface. Here, Pv at wave length of 40 meters or C40 [Konno et al., 2000] was extracted and made use of at each microtremor measurement site. C40 can be regarded as AVS30.

As a result, useful information was able to be acquired to model subsurface velocity structures in addition to new knowledge which was not able to be obtained from only bore-hole exploration data. Also, C40s vary due to different-sized plains and different sedimentary environment despite the same geomorphologic land classification. This presentation will report the results in detail.

キーワード：地盤の類型化、位相速度曲線、微動探査、強震動
Keywords: Ground type classification, phase-velocity curve, microtremor exploration, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震被害推定のための地盤モデルの構築
Establishment of the Underground Structure Model for Seismic Damage Estimation

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]、藤原 広行[1]
*Shigeki Senna[1], Atsushi Wakai[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1．はじめに

我々は，リアルタイム被害推定用の地盤モデルの構築のため，広帯域の地震動特性を評価できるような，特に浅部と深部地盤の両方に影響のある周期付近（0.5～2.0秒）を説明する上で重要となる，ボーリングデータおよび物性値データ（主に微動観測データ）を収集した上で，浅部・深部を接合した地盤モデルの検討を行ってきている．本研究においては，広域地下構造モデル（約250mメッシュ）の構築，さらに詳細化した詳細地盤モデル（約50mメッシュ）や，モデル化をサポートするための微動観測システムおよび地下構造情報管理システムを構築している．

(1) 地震被害推定のための広域地盤モデルの構築
(2) 地盤の動的特性の把握と微動観測システムの開発
(3) 官民協働による詳細地盤モデルの構築手法の開発

以下，項目毎に簡単に内容を紹介する．

2. 地震被害推定のための広域地盤モデルの構築

広域地盤モデルの作成については，関東および東海地域全域について作成した．浅部地盤モデルは，主に防災科研でこれまでに収集した約44万本のボーリングデータを用いた．モデルの作成については，既往の自治体で作成された地盤モデル等を再整理し，統一的な地質・土質の層序整理作業による浅部地盤モデルの作成・修正を行い，初期浅部地盤モデルを構築した．この浅部地盤モデルと既往の深部地盤モデル（J-SHISモデル）を，PS検層や地質構造によって工学的基盤(Vs=300～700(m/s))を調整して接続し，初期の浅部・深部統合地盤モデルとした．また，地震動評価に必要不可欠なS波速度構造を3次元で検討するために，地震観測記録および常時微動観測データの収集をあらためて実施している．地震観測記録については，K-NET，KiK-net，気象庁，自治体（主に県の震度計データ(SK-NET)）の記録を使用した．常時微動観測については，「極小・不規則アレイ」と比較的大きなサイズの「大アレイ」の2種類を実施しており，K-NET，KiK-net，自治体の震度観測地点等（極小・不規則アレイ：約20,000地点，大アレイ：約800地点）でそれぞれ実施した．極小・不規則アレイの解析については，3章の「クラウド型微動観測システム」等を用いて，H/Vスペクトル比および位相速度を求め，分散曲線の深度変換(SPM)および逆解析(Arai and Tokimatsu(2004)等)を行ってS波速度構造を求めた．この結果，初期モデルのS波速度構造をチューニングした結果より、約250mメッシュ単位の地盤構造モデルから計算される各種増幅指標（最大速度増幅率，震度増分，周期毎の応答増幅倍率等）のマップを作成した．既往の地盤モデルと比較すると，広帯域全体の周期特性が改善されており，特に防災の観点で重要な周期1秒付近において結果が大幅に改善されていることが確認出来た．

3. 地盤の動的特性の把握と微動観測システムの開発

微動アレイ観測を大量に実施し，その解析結果までを円滑に管理するためには，観測データの取得から解析，結果の評価に至るまでの行程が少なくかつ簡単であることが必要である．この目的を達成するため，現場でのデータ整理から解析等（位置情報・写真情報・観測データ・時刻歴情報・解析結果等のデータ登録）の一

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

連の工程が簡単に行え，ヒューマンエラーが少なくなる仕組みを開発した．具体的には，地震計からPCやタブレット等の端末にデータを欠損なく, 品質管理された状態で送受信でき，後述するデータベースへ転送する「i微動」を構築した．また，高速に微動データを解析・品質管理する「クラウド解析システム」を構築した．また，クラウド解析では，入力されたデータについて詳細解析およびデータの品質管理を行う．本クラウドシステムを使えば，使わない場合に比べて，観測から解析結果に至までの工程が，10倍程度高速化している．

4. 官民協働による詳細地盤モデルの構築手法の開発

詳細地盤モデルは，自治体の地形・地盤情報（官・民ボーリングデータ・建築確認申請・地形情報・旧版地形図等）を活用した，不整形地盤・人工造成地等を考慮し，液状化や斜面災害の予測が可能なモデルの構築を目指している．現在，足立区や横浜市において，詳細モデルの構築を行っており，動的特性の検討を行っている．特に横浜市においては，大規模人工造成地が幅広く分布しているため，別途抽出方法を検討している．横浜市の人工造成地の検討では，国土地理院5mDEMデータを基に作成した斜度指標を用いて，微細な谷埋め盛土の分布を把握した． 最終的には，水系解析の結果抽出された水系に統計的なバッファを与えてモデル化した．大規模造成地の分布と調和的であり，さらに細かい造成地も抜き出せているように見える．

謝辞

本研究は，総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）によって実施されました．

キーワード：地下速度構造、ボーリング、微動アレイ、強震動
Keywords: subsurface velocity structure, bore-hole, array microtremor, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

近年の液状化被害を踏まえた液状化被害率の検討

Consideration of liquefaction damage rate based on liquefaction damage in recent years

*先名 重樹[1]、小澤 京子[1]
*Shigeki Senna[1], Ozawa Kyoko[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1.はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震では，東北地方から関東地方にかけての極めて広い地域で液状化が発生し[1)]，2016年熊本地震においても熊本市内や阿蘇市内において多数の液状化被害が確認された[2)]．筆者らは，これまでに，近年の液状化が発生した地震での液状化発生率を検討し，地震動の継続時間の影響で東北地方太平洋沖地震と他の地震での液状化発生率の違いを説明できることを示した[3)]．しかしながら，250mメッシュの微地形区分を基本とした既往の液状化しやすさに基づくグループ分けや，地域性考慮のための地域区分方法では，全国的な液状化ハザードマップの作成は難しく，まだ検討の余地が残っている。本研究では，地形および標高データ等を用いたより詳細な地域区分や微地形区分のグループ分け，および，液状化の面積率等の設定を行い，液状化発生率予測式の高精度化に関する検討を行った．また、建物被害の情報を収集し、液状化被害率の検討を行った.

2. 収集・整備したデータ

本検討のために収集した液状化地点データは，主に筆者らが現地調査および航空写真画像による2011年東北地方太平洋沖地震と2016年熊本地震の液状化地点の読み取り方法を参考に，地震発生直後の国土地理院等の高解像度画像から噴砂地点の再読み取りを行った．そのデータに基づき，これまで作成整備してきた約250mメッシュ単位のデータセットだけでなく，約50m,および約25mメッシュ単位の詳細なデータセットも作成した．さらに以下のデータも合わせて整備した.

① 10mDEMデータに基づく各メッシュサイズ（250m,50m,25m）の平均標高・平均勾配・比高データ.
② 土地利用区分データに基づく各メッシュサイズの地形区分データに基づいて，各データと液状化地点の関係性より，液状化発生率および面積率の検討を行った.
③ 東北地方太平洋沖地震および熊本地震における建物の傾斜・沈下量等の被害情報を収集し、発生率との関係を検討した。

3. 液状化発生率および面積率の検討

液状化発生率については，2011年東北地方太平洋沖地震と2016年熊本地震の液状化発生率のデータを合算し，微地形区分毎に計測震度と最大速度のフラジリティを，最小二乗法および最尤法にて計算した上で，微地形区分をグループ化するために，クラスター解析を行った．その結果，既往研究による液状化の発生しやすさに基づき分類された微地形グループ[4),5)]とは異なる，新たな4つのグループにまとめることが出来た.

また，各グループについては，各メッシュの平均標高，平均勾配，比高のデータ等との比較により，グループ細分化の可否について検討した．検討の結果，どの微地形区分においても液状化発生率は比高との相関性が極めて高く，前述の4つのグループをさらに細分化できる可能性が高いことが分かった．液状化面積率については，25mメッシュを最小単位として，メッシュ内に1か所でも噴砂があれば，そのメッシュ全体が液状化していると見なすこととした。面積率については，すべての微地形区分において計測震度や最大速度との間に明確な相関性が見られなかったため，微地形区分毎に面積率の平均値を算出した．本研究では，簡便のため，上記に示した液状化発生率と液状化面積率を掛けることで最終的な液状化発生率としてまとめた．ま

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

た、液状化による建物被害の傾斜と沈下量について、震度や最大速度と液状化発生率との関係を検討した.

4. まとめ（今後の予定）

本研究で検討した液状化発生率計算式（フラジリティー）は，今後，建物被害分布データとの比較等を行い，結果の妥当性を検証する予定である.

＜謝辞＞

解析の一部については、株式会社構造計画研究所の橋本光史氏、落合努氏にご協力いただいた。建物被害の情報については、潮来市、神栖市、千葉市、我孫子市、稲敷市、香取市、熊本市より提供いただいた。関係各位に謝意を表します。

＜参考文献＞

1.若松加寿江，先名重樹，小澤京子：2011年東北地方太平洋沖地震による液状化発生の特性、日本地震工学会論文集第17巻、第1号、 pp.43-62（2017.2）

2.若松加寿江，先名重樹，小澤京子：平成28年（2016年）熊本地震による液状化発生の特性、日本地震工学会論文集 第17巻、第4号、 pp.81-100 (2017.8）

3.先名重樹，松岡昌志，若松加寿，翠川三郎：液状化発生率におよぼす強震動の継続時間と地域性の影響、日本地震工学会論文集　第18巻、第２号、pp.82-pp.94(2018.5)

4.松岡昌志，若松加寿江，橋本光史：地形・地盤分類 250m メッシュマップに基づく液状化危険度の推定手法，日本地震工学会論文集，第11巻，第2号，pp.20-pp.39(2011.5).

5.損害保険料率算出機構：微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法に関する研究，地震保険研究，No15，(2008.6).

キーワード：液状化、強震動、建物被害

Keywords: liquefaction, strong motion, phase-velocity curves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MeSO-net観測点における地表地震記録の推定

Estimation of surface earthquake record at MeSO-NET observation points

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]
*Shigeki Senna[1], Atsushi Wakai[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1．はじめに

本研究では、MeSO-netの深さ20mに設置してある地中設置型地震計のデータから地表の揺れの様子を高精度に予測するために、各観測点での微動観測や地表における臨時観測を行うことにより、地盤増幅特性の評価や地盤のS波速度構造の推定を行う。そのための研究開発項目として、1．MeSO-net観測点における地表地震記録の取得と増幅特性の推定、2．微動アレイ観測とＳ波速度構造等の地盤物性値の推定、3．既往地盤情報等によるＳ波速度構造の精度検証と地表地震記録の推定、の3つの項目を実施することにより、MeSO-net観測地点の詳細な地盤増幅構造を、「マルチインテグレーションシステム」へ実装することを目的としている。以下に項目毎の取組みを紹介する。

2. MeSO-net観測点における地表地震記録の取得と増幅特性の推定

本項目では、MeSo-net観測点の地表における臨時地震観測による、観測点ごとの地中・地表間のスペクトル増幅率の推定を行うため、MeSO-net全観測点(297地点)で実施している。観測期間は1地点あたり2～3ヶ月とし、現時点(H30.12.9)で、60地点で観測を終了している。対象観測点ごとに、MeSO-net地震計と同じセンサを持つ地震計(白山工業社製JU310およびJU410)1台を使用した。地震計は固定板および防水容器に格納し、防水処理された電源ケーブルで接続した。それら全体をブルーシートで養生しロープで固定した。これを観測井近傍に設置してポールとチェーンで囲った。また、データ収録時のサンプリング周波数を200Hz、レンジをJU410については、±4.0G（JU310については±1.0G）とした。平成29～30年度に実施した地震観測地点において地表および地中で記録が得られた地震nにおいて、各地震観測地点における地中～地表の増幅特性を計算した。増幅特性は各観測地点における地中および地表で得られた地震波形からフーリエスペクトルを成分ごとに計算し、0.1～10Hzのバンドパスフィルターをかけ、対数ウィンドウで平滑化した上で、地中に対する地表の比をとった。結果として，比較的固いローム台地と軟弱な後背湿地や自然堤防の増幅特性の特徴の違いが明瞭となっている。特に、ローム台地の観測点については5～10Hzの短周期で増幅度が大きくなっており、MeSO-net地震計の深さ20mよりも浅い場所で地盤構造に変化があるものと考えられる。一方、後背湿地・自然堤防等の軟弱な地盤とされる地形では、1～2Hz付近で顕著な増幅を示す。

3. 微動アレイ観測とＳ波速度構造等の地盤物性値の推定

前節の地盤増幅特性を検証し、強震動時でも揺れを想定出来るようにするため、地下50ｍ程度のS波速度構造を求めるための微動アレイ観測を実施した。微動観測は、MeSO-net 地震計と同じセンサ特性を持つ3 成分地震計兼微動観測機器（JU410）を購入した。それらを用いて、対象となるMeSO-net観測点296地点の直上にて、微動アレイ観測を実施している。微動アレイは、アレイ半径60cmの4点極小アレイと１辺5～15m程度の3点不規則アレイを展開し、同時に15分間程度の観測を行った。データ収録時のサンプリング周波数は200Hz、レンジは±0.1Gとした。微動アレイ観測結果に対し、SPAC法およびCCA法を用いて位相速度解析を実施した。その上で、AVS30等の増幅特性の抽出(C40)、分散曲線の直接深度変換法(SPM)、逆解析等の逆解析手法を用いてS波速度構造等の地盤物性値を推定した。前節同様、比較的固いローム台地と軟弱な後背湿地の特徴の違いが明確になっている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4. まとめ

前節までに実施している地震観測と微動観測に基づき、今後、周期を考慮した地盤増幅率を検討するが、関東地域全域作成されている既往の地盤モデル（戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）のリアルタイム地震被害推定で実施している関東地域の浅部・深部統合地下構造モデル）や地質調査データを用いたS波速度構造モデルのさらなる高度化を行い、250mメッシュ間隔の精度の高い地震動の推定を行うことを目標とする。

＜参考文献＞

Aki, K.: Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bull. Earth. Res. Inst. Univ. Tokyo, 35, pp.415-457, 1957.

Cho, I., S. Senna, and H. Fujiwara: Miniature array analysis of microtremors, Geophysics, 78, KS13–KS23, doi:10.1190/geo2012-0248.1, 2013.

Arai, H., and K. Tokimatsu: S-Wave velocity profiling by inversion of microtremor H/V Spectrum, Bull. Seismol. Soc. Am., 94, pp.53-63, 2004.

Senna, S, Maeda T, Inagaki Y, Suzuki H, Matsuyama N, Fujiwara H. (2013). Modeling of the subsurface structure from the seismic bedrock to the ground surface for a broadband strong motion evaluation, Journal of Disaster research., Vol.8, No.5, pp.889-903.

キーワード：地震観測、微動、速度構造モデル
Keywords: earthquake observation, microtremor, subsurface velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微動アレイ探査における水平動成分を利用した位相速度推定手法によるラブ波抽出の可能性について一愛知県西尾市の場合
Possibility of estimating phase velocity of Love wave using Horizontal components in microtremor array surveys in the case of Nishio

*土田 琴世[1]、堀家 正則[1]、山田 浩二[1]、末廣 匡基[1]、吉田 沙由美[1]
*Kotoyo Tsuchida[1], Masanori Horike[1], Koji Yamada[1], Masaki Suehiro[1], Sayumi Yoshida[1]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ
1. HANSHIN CONSULTANTS COMPANY LIMITED

1) Introduction

The S wave velocity structure of sediments is the most important factor for amplification of earthquake motions. In recent years, microtremor array surveys have been popularized because the S wave velocity structures can be estimated by simple measurements and at a low cost. For example, Horike (1985) inferred the S wave velocity from f-k spectra estimated array microtremors and Aki (1957) and Okada (2003) also inferred them from the spatial autocorrelation functions (SPAC). These approaches use vertical microtremor array recordings and discard horizontal-component recordings. As is well known, the phase velocity of Rayleigh waves is influenced not only by the S-wave velocity structure but also by the P-wave velocity structure, while that of Love wave is influenced by the S-wave velocity structure alone. Therefore, it is expected that S wave velocity structure can be obtained clearly by estimating the velocity structure using the dispersion of the Love wave. Several approaches are developed for inference of the phase velocity of Love waves, for example f-k method by Tsuchida et al (2016), SPAC and CCA method by Tada et al (2010; using the microtremor array analysis tool "BIDO 2.0" software). The aim of this study is to compare the phase velocities obtained using the same arrays.

2) Observation and data

For this comparison, we implemented microtremor measurement in Nishio City, Aichi Prefecture, using different-size array composed of 7 stations. At each station 3-component velocity sensors were installed. Microtremor recording were acquired at a sampling interval of 0.005s for 30 minutes. This site is suitable for this comparison, because there is much information about geotechnical and geological property.

3) Results

At the present, the phase velocity by the f-k method is estimated, but it is still in the process of analysis. Therefore, by the day of the presentation, we will proceed with the remains to do.

キーワード：微動アレイ探査、ラブ波、水平動成分
Keywords: microtremor array surveys, Love wave, Horizontal components

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東海地域における微動アレイ探査に基づく浅部地盤構造モデルの高度化
Enhancement of shallow velocity structure models based on array microtremor explorations for Tokai region, Central Japan

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、松山 尚典[2]、藤原 広行[1]
*Atsushi Wakai[1], Shigeki Senna[1], Yatagai Atsushi[2], Yoshiaki Inagaki[2], Hisanori Matsuyama[2], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所、2. 応用地質
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. OYO Corporation

1．はじめに

強震動予測を高度化するためには，0.1秒～10秒程度の広帯域の地震動特性を評価できるような地盤モデルの構築が重要である．そのために，これまで別々に作成してきた浅部地盤モデルと深部地盤モデルを統合し，地震観測記録を再現できるような地盤モデルの作成を進めていくことが不可欠である．

防災科研では，内閣府SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」⑤「リアルタイム被害推定・災害情報収集・分析・利活用システム開発」のテーマの1つである「地震被害推定のための地下構造モデルの構築」において，関東，東海および熊本地域の広域地盤モデルの構築を実施してきた．

本検討では，昨年度報告した東海地域（静岡・岐阜・愛知・三重）に対して構築された初期浅部・深部統合地盤モデルのうち，主に工学的基盤層よりも浅い地盤の初期地質モデルを対象として，面的に稠密な微動アレイ探査の結果を用いた高度化を実施した．本報告では，微動アレイ探査の概要，浅部地盤モデルの高度化に関する検討内容および得られた浅部・深部統合地盤モデルの地盤震動特性について紹介する．

2．極小・不規則アレイ微動探査

常時微動観測については，東海地域4県のうち主に低地・台地において，アレイ半径60cm の「4点極小アレイ」および1辺5m～10m超の「3 点不規則アレイ」を組み合わせたアレイ観測を実施した．これらの観測は，対象地域の公道上や地震観測点（K-NET，KiK-net，SK-NETおよび自治体震度計）付近など合計で約5,900地点（2019年2月現在）において実施した．また，一体型常時微動観測機材JU210/215)およびJU410)（先名ほか，2008）を用いて，約1km 間隔で各地点15分間程度の観測を行った．サンプリング周波数は200Hz とした．

極小・不規則アレイ微動データ解析については，近年の研究（例えば，長ほか，2008；Cho et al., 2013）で提案・高度化されている微動観測に基づく浅部地盤探査手法により，1次元S波速度構造の評価を行った．解析は，微動解析ソフト「BIDO」や「Microtremor Array Tools」（Cho et al., 2016）を用いて行った．

3．極小・不規則アレイ微動探査結果に基づく初期浅部地盤モデルの修正

昨年度に既往のボーリング探査結果や表層地質情報等を用いて構築された浅部地盤の初期地質モデルを対象として，極小・不規則アレイ微動探査の結果に基づき，各観測地点における1次元S波速度構造を修正した．さらに，Kriging法により速度層ごとに面的な補間を行い，3次元S波速度構造モデルを作成した．

本検討で得られた修正モデルと微地形区分（若松ほか，2013）に基づく従来モデルに関して，地盤増幅指標の平面分布を比較した．全体として，低地で増幅が大きい地域が相対的に広くなっており，局所的な変化が大きくなる傾向が見られる．また，修正モデルについて1次元重複反射理論に基づいた周期別の地盤増幅率の平面分布を評価した．周期によって増幅率が大きくなる地域が異なることが分かる．

4．まとめ

本検討では，昨年度に構築した東海地域（静岡・岐阜・愛知・三重）における初期浅部・深部統合地盤モデ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ルのうち浅部地盤の初期地質モデルを対象として，微動アレイ探査結果に基づいた浅部地盤モデルの高度化を実施した．増幅特性だけではなく周期特性も合わせた地盤震動特性の評価が重要であることが改めて示唆される．今後は，地震観測点における中小地震記録を用いて，本検討で得られた浅部深部統合地盤モデルを検証する予定である．

謝辞

本研究は，総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）によって実施されました．

キーワード：S波速度構造、浅部地盤、微動アレイ探査、強震動
Keywords: S-wave velocity structure, shallow ground, array microtremor exploration, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強震動を用いた地震波干渉法による千葉県下総地域の地震基盤構造モデルの検証

Validation of seismic bedrock structure model in the Shimousa region, Chibe prefecture, Japan using seismic interferometry to strong motion

*地元 孝輔[1]、山中 浩明[1]
*Kosuke Chimoto[1], Hiroaki Yamanaka[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

地震波干渉法理論に基づき、強震観測記録の自己相関により地表加振・地表応答のグリーン関数を推定することで、堆積盆地の地震基盤深度の推定が行われている (吉本ほか, 2009; Watanabe et al., 2011, 白石ほか, 2016)。Oren and Nowak (2017)は、雑微動の自己相関解析においてスペクトルホワイトニングを適用することで明瞭な反射波の推定を行った。地元・山中(2018)では、このデータ処理方法を、千葉県成田市で観測された強震記録へ適用し、堆積層のグリーン関数を推定することで、地震基盤からの明瞭な反射波を得た。そこで本研究では、千葉県下総地域の強震記録から自己相関関数を推定し、地震基盤による反射波の空間変化に基づいて、3次元S波速度構造モデルの検証を行う。

地元・山中(2018)では、強震記録を選別せず、非常に多くの記録の自己相関関数により反射波が推定しやすいことを示したので、本研究では、千葉県下総地域に設置されているK-NETおよびKiK-netによって2008年1月から2018年6月までに観測された強震記録をすべて用いる。強震記録は、オフセット除去したあと、座標変換によりトランスバース成分へ変換し、パワースペクトルを求め、スペクトルホワイトニングを適用し、バンドパスフィルタ処理後、フーリエ逆変換により自己相関関数を推定する。堆積層から期待される反射波の推定において、バンドパスフィルタ範囲が重要であることを地元・山中(2018)で指摘しているため、ここでは、地震基盤による反射波を推定することを目的として、0.5-2.0Hzにした。モデル検証のための理論グリーン関数は、J-SHIS深部地盤モデルから抽出した1次元モデルを用いて、ハスケル法により計算した。

千葉県下総地域の強震記録を用いた自己相関関数には地震基盤による反射波が明瞭に現れる。KiK-net成田では反射波走時が3.0秒で、K-NET成田では3.5秒になる。これらは、理論グリーン関数による反射波走時とおおよそ一致しているがいずれも若干速い。成田よりも北や東に位置する観測点では、複数の反射波が現れ、地震基盤による反射波が不明瞭になり走時も速い。成田よりも西に位置する観測点では、地震基盤による明瞭な反射波が4秒以上で現れることから、成田よりも地震基盤が深いと考えられる。このことは、J-SHIS深部地盤モデルの傾向と一致する。成田よりも南に位置する千葉や東金は反射波走時が6秒以上にもなり、最も深いことが推定される。このことは、既往の関東地域の3次元S波速度構造モデルでも、最も深い地震基盤構造であることと整合する。このように、千葉県下総地域において強震記録から自己相関関数を推定し、地震基盤深度の空間変化を捉えた。空間変化の傾向は、既往の3次元モデルと一致したが、反射波走時に若干の差異がみられたため、そのチューニングにより、より精度の高いモデル化が期待できる。

防災科学技術研究所のK-NETおよびKiK-netの記録を使用しました。J-SHISによる深部地盤モデルを利用しました。記して感謝いたします。

キーワード：地震波干渉法、自己相関関数、強震動、地震基盤構造モデル、下総
Keywords: Seismic interferometry, Autocorrelation function, Strong motion, Seismic bedrock structure model, Shimousa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微動アレイ観測に基づく佐賀平野のＳ波速度構造
Microtremor survey for subsurface velocity structure of Saga plain

*吉見 雅行[1]、重藤 迪子[2]、丸山 正[1]
*Masayuki Yoshimi[1], Michiko Shigefuji[2], Tadashi Maruyama[1]

1. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2. 九州大学大学院人間環境学研究院
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Kyushu University

佐賀平野は筑紫平野の中部に位置する堆積平野である。平野の北は背振山地で境され、南は有明海に面する。平野は概ね低平で、平野内には多くの河川やクリークが分布する。背振山地と佐賀平野の境界部にはほぼ東西走向の佐賀平野北縁断層帯が存在する。佐賀平野の中央部には佐賀市が位置する。地震調査研究推進本部や佐賀県防災想定によると、佐賀平野北縁断層帯の活動により佐賀市一帯は軒並み震度7相当の揺れに見舞われると予想されている。しかしながら、佐賀平野の深部地盤構造に関する情報はごく限られており、想定に用いられた速度構造モデルの信頼性は高くない。

地震調査研究推進本部による佐賀平野北縁断層帯の活断層調査の一環として、背振山地南麓を北端とする測線長7.3kmのＰ波反射法地震探査が実施され（丸山ほか、2017）、堆積層と基盤岩の境界が明瞭にイメージされた。それによると、測線北端では露頭する三郡変成岩類からなる基盤岩上面は、南へと緩やかに深度を増し、佐賀平野北縁断層帯の低断層崖が認められる川久保付近で深度約200m、測線南部のJR長崎本線伊賀屋駅付近で深度約600m、測線南端では深度700m程度に達する。測線に沿った重力異常は南ほど低値を示しており、基盤岩上面の深度の変化傾向と整合的である。佐賀平野全体の重力異常は、反射法測線の南方でさらに低下するため、より南方では基盤岩深度は増すと予想される。

佐賀平野に分布する堆積層のＳ波速度に関する情報も少ない。佐賀県地震被害等予測調査（佐賀県、2014）ではボーリングデータに基づき佐賀平野の工学的基盤深度は60～70m程度と推定され、第四系にVs 100 m/sから400 m/sのS波速度が設定されたが、それ以深のS波速度はJ-SHISの設定値を援用し（表層のみVs 500 m/sに変更）たのみである。また、速度構造モデルの修正は地震観測点におけるR/Vスペクトルのピーク周期を説明するように実施されたのみで、新たな探査は行われなかった。

そこで、佐賀平野のＳ波速度構造の概要を把握するため、佐賀平野北縁から有明海沿岸にかけて、反射法探査測線およびその延長に沿う４地点にて微動アレイ探査を実施した。アレイ半径は最大500 m程度、最小10 m程度とし、３成分の速度型微動計（東京測振SE-321、固有周期10秒）にて微動を観測した。暫定的な結果ではあるが、南ほど基盤深度が低下する傾向と、堆積層にVs 500～700 m/s程度の層が想定されることが、観測位相速度データに基づく速度構造探索からわかった。

キーワード：微動アレイ探査、S波速度構造、佐賀平野
Keywords: microtremor array survey, S-wave velocity structure, Saga plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

島根県大田市波根地区および久手地区における稠密微動観測
Densely microtremor observation to estimation of subsurface structure in Hane and Kute area, Ohda City, Shimane Prefecture, Japan

*野口 竜也[1]、山口 仁、森田 悠平、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]
*Tatsuya Noguchi[1], Yoshito Yamaguchi, Yuhei Morita, Isamu Nishimura[1], Shohei Yoshida[1], Takao Kagawa[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Department of Management of Social Systems and Civil Engineering, Civil Engineering Course Graduate School of Engineering, Tottori University

2018年4月9日に島根県西部の大田市付近を震源とするMj6.1の地震が発生した．この地震により，震源近傍の島根県大田市の一部の地域で局所的に建物被害，液状化による被害が生じた．そこで著者らは地震発生直後より，被害が集中した地域で臨時余震（強震）観測および微動観測を実施し，その観測記録を用いて地盤震動特性の把握と地盤構造を推定した．本研究では被害が多く発生した波根地区，久手地区において，追加で微動観測を実施した．微動H/Vの特徴としては複数の明瞭なピークがみられる地点が多く，0.1～0.5秒付近の短周期側の卓越周期と建物被害が関係している可能性がある．表層地盤は軟弱な砂もしくは粘土層が堆積しており，S波速度は110m/s～320m/sで層厚が最大で40m程度であった．S波速度構造モデルより1/4波長則を用いて，H/Vの短周期側と長周期側の卓越周期に対応した2層モデルを構築し，それぞれの卓越周期に対する浅部地盤および深部地盤の層厚分布を求めた．浅部地盤は地形や表層地盤の堆積環境の違いを反映して，層厚が急激に変化する領域が見られ，今回の地震で被害が生じた地域と概ね一致することがわかった．深部地盤は火山堆積物もしくは堆積岩の風化層を反映しており，その層厚分布は緩やかな変化がみられるが，被害が生じた地域内では層厚に大きな違いがなかった．

キーワード：微動観測、地盤震動特性、地盤構造、2018年島根県西部の地震
Keywords: microtremor observation, characteristics of ground motion, subsurface structure, 2018 eastern Shimane prefecture earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鳥取県北栄町由良地区および西園地区における稠密微動観測
Densely microtremor observation to estimation of subsurface structure in Nishizono and Yura area, Hokuei Town, Tottori Prefecture, Japan

*野口 竜也[1]、留奥 勝也、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]
*Tatsuya Noguchi[1], Katsuya Tomeoku, Isamu Nishimura[1], Shohei Yoshida[1], Takao Kagawa[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Department of Management of Social Systems and Civil Engineering, Civil Engineering Course Graduate School of Engineering, Tottori University

2016年鳥取県中部の地震の際に建物被害がみられた鳥取県北栄町由良および西園地区において稠密微動観測を実施した．微動H/Vとその卓越周期と地盤構造モデルを求め，この結果をもとに地盤構造と地盤震動を把握した。その結果，工学的基盤以浅の表層地盤の違いが，微動H/Vの形状や卓越周期の分布傾向に関係していると考えられる．建物被害が特定の地域に多く見られた要因については，建物の耐震性だけでなく地盤震動特性も大きく影響した可能性が高いことが分かった．

キーワード：微動観測、地盤震動特性、地盤構造、2016年鳥取県中部の地震
Keywords: microtremor observation, characteristics of ground motion, subsurface structure, 2016 central Tottori prefecture earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネパール・カトマンズ盆地における反射法地震探査
Seismic reflection survey in the Kathmandu Valley, Nepal.

*小鹿 浩太[1]、川崎 悠介[1]、プラダン オム[1]、山本 正人[1]、信岡 大[1]、松原 由和[1]、松山 尚典[1]、Monika Jha[2]、Chintan Timisina[2]、Suresh Shrestha[2]、Mukunda Bhattarai[2]、Dinesh Nepali[2]、Soma Nath Sapkota[2]、三宅 弘恵[3]、纐纈 一起[3]
*Kota Koshika[1], Yusuke Kawasaki[1], Om Pradhan[1], Masato Yamamoto[1], Dai Nobuoka[1], Yoshikazu Matsubara[1], Hisanori Matsuyama[1], Monika Jha[2], Chintan Timisina[2], Suresh Shrestha[2], Mukunda Bhattarai[2], Dinesh Nepali[2], Soma Nath Sapkota[2], Hiroe Miyake[3], Kazuki Koketsu[3]

1. 応用地質株式会社、2. ネパール産業省鉱山地質局、3. 東京大学地震研究所
1. OYO Corporation, 2. Department of Mines and Geology, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

2015年4月25日、カトマンズから北西へ78 km離れた地域でMw7.8 の地震（USGS, 2015）が発生した(ゴルカ地震)。また，同年5月12日にカトマンズから北東へ約80 km離れた地域でMw7.3の最大余震が発生した。これらの地震によりカトマンズ盆地内で多くの建物被害が発生したことから，カトマンズ盆地の地下構造が地震動に大きな影響を与えていると考えられる。

この地震の発生を受けて、今後発生が予想されているヒマラヤ前縁帯での巨大地震によるカトマンズ盆地の被害軽減に資するための地盤の地震工学的評価，および途上国の科学技術支援を行うことを目的とし，国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）および独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で実施しているSATREPSプロジェクトにおいてネパール地震防災に関するプロジェクト(H27年度～31年度、代表：纐纈一起・Soma Nath Sapkota)が採択された。本プロジェクトでは，カトマンズ盆地の地下構造を明らかにするための調査が行われている。2017年にはカトマンズ盆地で重力探査を実施し，カトマンズ盆地の重力基盤構造を明らかにした(Pradhan et al., 2018)。

2018年は，カトマンズ盆地の詳細な基盤構造および上位堆積層の堆積構造を明らかにすることを目的として反射法地震探査を実施した。測線は，重力探査によって重力基盤が急激に変化すると推定されたトリブバン国際空港(TIA)および重力基盤が深いと推定された地域に位置するネパール農業研究所(NARC)とした。測線長はそれぞれ約4km(TIA)および約1km(NARC)である。IVI社のエンバイロバイブ1台を日本より持ち込み，探査の振源として使用した。

本調査結果より，両測線において重力探査で推定された重力基盤構造とほぼ同一深度の反射面を捉えることができ，カトマンズ盆地内の堆積構造も明らかになった。本成果は，カトマンズ盆地内の地盤構造を視覚的に示した世界初の結果であり，今後の地震防災に大きく資することが期待される。

キーワード：カトマンズ盆地、反射法地震探査
Keywords: Kathmandu Valley, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネパール・カトマンズ盆地トリブバン国際空港近傍での広帯域微動アレイ探査

Broadband Microtremor Array Exploration at and around Tribhuvan International Airport, Kathmandu, Nepal

*横井 俊明[1]、林田 拓己[1]、バッタライ ムクンダ[2]、ポカレル タラ[2]、シュレスタ スレッシュ[2]、ティムシナ チンタン[2]、バッタライ シュニタ[2]、ネパリ ディネッシュ[2]
*Toshiaki Yokoi[1], Takumi Hayashida[1], Mukunda Bhattarai[2], Tara Pokharel[2], Suresh Shrestha[2], Chintan Timsina[2], Sunita Bhatarrai[2], Dinesh Nepali[2]

1. 国立研究開発法人　建築研究所国際地震工学センター、2. ネパール産業商務省鉱山地質局
1. International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Building Research Institute, Japan, 2. Department of Mines and Geology, Ministry of Industry, Commerce and Supplies, Nepal

ネパール・カトマンズ盆地(KTV)は、インド・ユーラシア両プレートの衝突に因るヒマラヤ造山運動の中で形成された構造盆地であると考えられる(e.g., Sakai et al. 2016)。2015年ゴルカ地震の際に、深部地盤に因ると思われる周期4秒程度の長周期・長継続時間地震動が、その中央部で観測された(Dixit et al. 2015, Bhattarai et al. 2015, Takai et al. 2016, Rajaure et al. 2017)。この現象の解明と深部地盤構造まで考慮した地震ハザード解析を可能にすることを目指して、著者らが属する研究グループ(Group3-SATREPS）では、2016年12月より2018年2月まで、同盆地の深部地盤せん断波速度構造推定のため、複数サイトで広帯域地震計（Guralp社製CMG-40T）4セットによる10時間前後の微動アレイ（最大アレイ径約1400 m）による深部探査、併せて2Hz地震計(L22D, Sercel)と4.5Hzジオフォン(GS11D, GeoSpace)による浅部探査を実施した（Yokoi et al. 2018 (SSJ Fall)）。同盆地では、同じ研究グループに属する応用地質（株）チームにより2017年に盆地全域において重力探査が実施されている（Pradhan et al. 2018 (JpGU)）。また、応用地質（株）によりトリブバン国際空港（TIA）内及びその南西約2Kmに位置する国立農業研究所(NARI)で、反射法探査が2018年11月に実施され、同盆地の深部地盤構造が徐々に明らかになって来ている（Koshika et al. 2019 (JpGU)）。

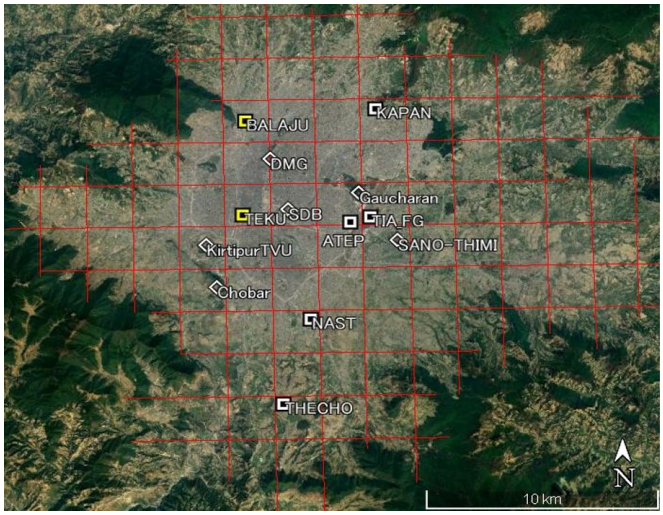
これらの活動に続き、2018年12月にTIA及びNAST近傍の複数サイト、及びKTV内の岩盤露頭(Chobar)で実施した微動アレイ探査結果を、本ポスターセッションで報告する。

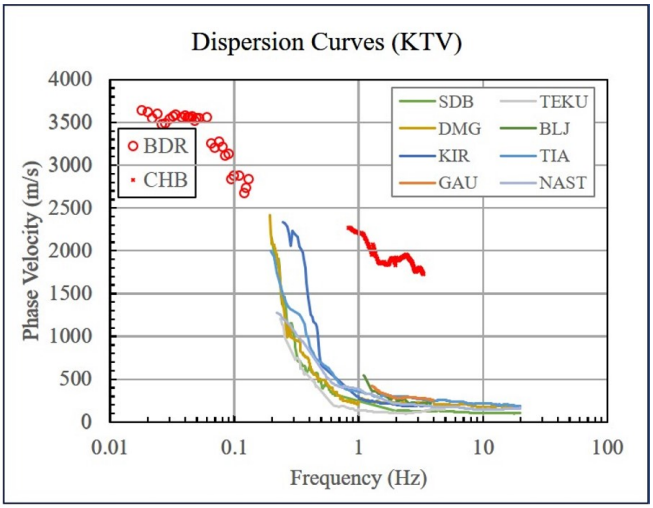
付図に観測点分布とRayleigh波の分散曲線のまとめを示す。凡例中、*BDR*(赤丸)は、Hayashida et al. (2018, SSJ-Fall)により、遠地地震波の表面波部分を使って得られた結果、*CHB* (赤x)はChobarの基盤露頭上で推定された位相速度。*SDB*: Singhadurbar, *DMG*: 地質鉱山局-ナラヤンヒティ王宮博物館, *TEKU*: Tekuガス井（DMG）, *KIR*: トリブバン大学キルティプルキャンパス, *BLJ*:ネパール規格計量局(Balaju), *GAU*: Gaucharan, *TIA*: トリブバン国際空港, *NAST*: 国立科学技術アカデミー-国立農業研究所.

謝辞：本研究の実施にあたり、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）「ネパールヒマラヤ巨大地震とその災害軽減の総合研究（H28年度～32年度）」の下で、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）および独立行政法人国際協力機構（JICA）による支援を受けました。

キーワード：ゴルカ地震、カトマンズ盆地、広帯域微動アレイ探査
Keywords: Gorkha earthquake, Kathmandu Valley, Broadband Microtremor Array Exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小規模微動アレイ(5〜15m)によるベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市周辺の平均S波速度分布

Distribution of average S-wave velocities by small-scale (5 to 15 meters) microtremor arrays in and around Hue City, Thua Thien-Hue province, Vietnam

*長 郁夫[1]、大久保 慎人[2]
*Ikuo Cho[1], Makoto OKUBO[2]

1. 産業技術総合研究所、2. 高知大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Kochi University

我々は，ベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市を対象として，水力発電の安全な運行と世界文化遺産保護のための地震ハザード評価を進めている．これはベトナムアカデミー(VAST) Nguyen Anh Duong博士との共同研究である．その一貫として，同地域で多数の小規模微動アレイ観測を実施して浅部地盤平均S波速度分布を評価したので以下に報告する．

この取り組みは，VASTによる微動アレイ探査技術の習得をサポートすることから開始した．まず，著者らは，VAST の研究チームによる微動観測の実習として，2017年10月20, 21日にハノイ郊外の4地点で小規模微動アレイ観測を実施した．SPAC法の適用を前提として, 3成分サーボ型速度計を用いて長さ30mの直線アレイを展開し，各地点で1〜2時間微動を記録した．著者らは2台の地震計（3成分サーボ型加速度計）を日本から持参し，5mから30m間隔の2点アレイを実施してVASTの観測機材による結果と比較した．

次のステップとして， VASTの研究チームと著者らは，2018年3月17〜19日にフエ市内の7地点で小規模微動アレイ観測を実施した．各地点で4.5Hzジオフォン（上下動）を用いて，辺長5m, 15mの三角アレイおよび長さ12mの線形アレイを実施するとともに, 日本から持参した2台の地震計で2点アレイを実施した．観測時間は各地点30分から1時間程度とした．これらの地点では屈折法探査が実施されているので，それらと照合できる．その結果，微動アレイの解析結果は既存の解析結果と整合的であった．

以上の準備期間を経て，VASTの研究チームは，2018年6ー7月（のべ19日間）にフエ市内およびその周辺を含む約11x13kmの領域（126地点）で4.5Hzジオフォン（上下動）を用いた小規模微動アレイ観測を実施した．具体的には，89地点で辺長5mおよび15mの三角アレイ，37地点で長さ12mの線形アレイを実施した．観測時間は各地点30分間であった．

我々は，こうして取得したアレイデータにSPAC法を適用してレーリー波位相速度を同定した．各地点の結果からそれぞれ波長13m, 25m, 40mに対応する位相速度を読み取り，それぞれ深さ10m, 20m, 30mまでの平均S波速度と解釈してその面的分布を評価した．その結果，フエ市周辺の地質分布と整合的な結果が得られた．今後はアレイ観測を実施した各地点で3成分単点観測(H/Vスペクトル)を実施して地盤評価を高度化する予定である．

キーワード：微動、アレイ、表面波、ベトナム
Keywords: microtremor, array, surface wave, Vietnam

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Microtremor Array Exploration in the Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

*大久保 慎人[1]
*Makoto OKUBO[1]

1. 高知大学 教育研究部自然科学系理工学部門
1. Natural Science Cluster, Kochi University

We deployed microtremor array survey at Syiah Kuala University in Banda Aceh, Indonesia to clarify a seismic amplification by subsurface S-wave structure. Banda Aceh, located at northern end of Sumatra island, was seriously damaged by the tsunami caused by the 2004 Sumatra earthquake. At the tsunami evacuation, we first have to consider the safe route that does not corrupted, damaged and flooded. Therefore, we plan to understand the seismic amplification distribution as fundamental material. Our results will be available to make a future plan to reconstruction/renovate architectures.

We visited to Banda Aceh at January, 2019, and carried out microtremor exploration using with linear array and triangle array at 17 sites. We used are three 5 Hz geophones and one 1 kHz sampling GPS synchronised data logger for survey. In the case of triangle array, we always used 1.7 m side length. This side length is corresponding to 1.0 m array radius. In the other case, that is linear array, distances of each sensors (A, B, and C) are, A-B:1.7 m, B-C:2.7 m, and A-C:4.4 m. We Assumed these lengths are the array radius for each exploration, and applied SPAC method (*c.f.* Aki 1957). We used a tool, as known as BIDO2.0 (Cho, 2010) to analyze recorded waveforms and estimate dispersion curves.

By using obtained dispersion curves, we determined 3 averaged S wave velocities and roughly velocity structure. Roughly velocity structure was estimated by simple conversion method by using 1/2 wavelength law with linear array's dispersion curves. And three Averaged S-wave velocities AVS10, AVS20 and AVS30 were estimated from the Rayleigh wave phase velocities corresponding to the wave length of 13 m, 25 m and 40 m, respectively. By a preliminary analysis, we obtained result that a thicker low S-wave velocity layer exists along the river and the coastline. This result implies that plain part of Banda Aceh was developed on the old delta made by river and sea. This situation of subsurface structure will be strongly affect to the seismic amplification.

We will discuss in detail at the presentation.

Acknowledgements:
We thanks to Dr. Muksin Umar, Ms. Wiwik and Mr. Arif, they were attended and cooperated to our microtremor array survey in Syiah Kuala University. This study is supported by JSPS KAKENHI Grant Number 17H0457751.

キーワード：常時微動、アレイ探査、浅層S波速度構造
Keywords: Microtremor, Array exploration, Subsurface S-wave velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Turkey-Japan Joint Project on Modeling of Geological Structures for Strong Ground Motion Simulations due to Crustal Earthquakes in Eskisehir Basin, Turkey, by Using Seismic Interferometry Method

*Mehmet Safa Arslan[1], Kosuke Chimoto[2], Asim Oguz Ozel[1], Hiroaki Yamanaka[2]

1. ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA, 2. TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Understanding the seismic hazard of specific area, depends on the regional 2D/3D underground structure on wave propagation. In the frame of the bilateral project between Turkey and Japan, we aim at observing ground motion parameters, crustal activities, underground structures, and improvement of seismic hazard maps. The seismic interferometry method (SIM) is one of the tools to investigate the surface-wave propagation. The method goals to obtain green’ s function (GF) by using ambient noise data. Cross-correlations (CC) between the two pairs of stations’ continuous records, reveal GF and provide group and phase velocities of surface waves. We analyze one-year vertical component broadband data from 8 stations deployed and affiliated with ANANET (Eskisehir Anadolu University Local Seismic Network). Interstation distances between the designated stations are in the range of ~23-139 km. After getting the CC functions, group velocity dispersion curves will be obtained for selected correlation paths in particular to address the azimuthal dependence of the velocity field. Averaging the dispersion curves, in other saying analyzing the group velocities and waveforms typical of these observations, we attempt to estimate the S-wave velocity structure model inside the Eskisehir basin. This study is supported by the Joint Research Project under the Bilateral Program of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant TUBITAK 116Y524.

Keywords: seismic interferometry, cross correlation function, S-wave structure, group velocities, Turkey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nonlinear Ground Motion Response During the 2016 Meinong Taiwan Earthquake

*Kuo-Liang Wen[1], Chun-Te Chen[2]

1. National Central University, Department of Earth Sciences, 2. Academia Sinica, Institute of Earth Sciences

The Meinong Taiwan earthquake occurred on February 6, 2016, at 03:57 (UTC+8) with M_L 6.6. The strong ground motion induced the soil liquefaction in Sinshih and Annan districts. To investigate the nonlinear site response during Meinong mainshock, the degree of nonlinear site response (DNL) which summation of the horizontal to vertical spectral ratios (HVSR) differences between weak-motions and Meinong mainshock records from the Taiwan Strong Motion Instrumentation Program (TSMIP) network are calculated. We compare the DNL values with the ground motion parameters such as peak ground acceleration (PGA), peak ground velocity (PGV), and also the ratio between PGV and Vs30. The DNL shows a positive correlation with ground motion intensity, particular with PGV, and the surface site conditions also leading the DNL strength. We also applied a stochastic method for modeling the ground motion of the Meinong earthquake with site correction by the HVSR of weak and strong motions respectively. The percentage of PGA reduction calculated in this study can be an indicator of the spatial distribution of the degree of nonlinear soil effects of the 2016 Meinong Taiwan earthquake.

Keywords: Meinong earthquake, nonlinear site response, HVSR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Earthquake damage of the 2017 Pohang earthquake in South Korea

*Mikyung Choi[1], Sun-Cheon Park[1], Dong-Hyo Sohn[1], Seolhan You[1], Jongsun Sun[1], Seongheum Cho[1], Duk-Kee Lee[1]

1. Korea Meteorological Administration

Pohang earthquake with a magnitude of ML 5.4 occurred on November 15, 2017. This earthquake caused more damage than the 2016 Gyeongju earthquake (ML 5.8). Modified Mercalli intensities were assigned from residential property damage report in the Pohang area. Major damage type was wall crack of building. Maximum intensity was MMI VIII. Result of damage analysis from damage report reveals that the main damage area was distributed within a radius of about 20 km distance from the epicenter. And sand and mud volcanoes were observed in many places.
Between 16 November and 31 December 2017, 10 temporary seismic stations were deployed to record aftershocks and site effect of the Pohang earthquake. Ground motion generated by an earthquake is controlled by several factors, such as source characteristics, propagation path, surface geology, topography. Using recordings of aftershocks, we analyzed the ground motion at two seismic stations near the epicenter and another two seismic stations located on sedimentary rock and bedrock. We compared amplitude and predominant frequencies of ground motion with damage analysis results. Mapping and characterization of the damage for this earthquake is an opportunity to provide useful information on the damage of future possible earthquake in South Korea.

Keywords: Pohang earthquake, earthquake damage, ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-SS13] 強震動・地震災害

コンビーナ:栗山 雅之(一般財団法人　電力中央研究所　地球工学研究所　地震工学領域)、染井 一寛(一般財団法人地域地盤環境研究所)

地震災害に直結する強震動に関して討論する．強震動をもたらす震源特性，地盤構造，地震波動伝播，揺れの特徴を支配する表層構造の理解など，理論や観測に基づく，現象の理解を目的とする研究発表を募集する．これに加え，強震動予測や地震防災の研究など将来の地震災害を軽減するための研究発表・提言も歓迎する．

[SSS13-P01] 2018年北海道胆振東部地震の被害地域における微動観測および臨時地震観測

*西村 武[1]、野口 竜也[2]、小野 祐輔[2]、河野 勝宣[2]、日比 慧慎[1] (1.鳥取大学 大学院 持続性社会創生科学研究科 博士前期課程 工学専攻 社会システム土木コース、2.鳥取大学大学院 工学研究科)

[SSS13-P02] **Nonlinear site amplification for high intensity ground motions during the 2018 Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake**

*Yadab Prasad Dhakal[1]、Takashi Kunugi[1]、Takeshi Kimura[1]、Wataru Suzuki[1]、Shin Aoi[1] (1.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED))

[SSS13-P03] 平成30年北海道胆振東部地震で大震度を観測したK-NET追分およびKiK-net追分における微動アレイ探査

*古川 拓人[1]、時松 孝次[1]、大川 出[1]、田中 均[1]、元木 健太郎[2] (1.株式会社 東京ソイルリサーチ、2.株式会社 小堀鐸二研究所)

[SSS13-P04] 拡散波動場理論に基づくK-NET追分とKiK-net追分の地下構造モデルの推定：近接2地点の同時逆解析

*古家 萌子[1]、元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、古川 拓人[2] (1.株式会社小堀鐸ニ研究所、2.株式会社東京ソイルリサーチ)

[SSS13-P05] Exploration of the velocity structure model in the Mukawa town, damaged area during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*重藤 迪子[1]、高井 伸雄[2]、堀田 淳[3]、野本 真吾[3]、前田 宜浩[4]、高橋 浩晃[2]、一柳 昌義[2]、山中 浩明[5]、地元 孝輔[5]、津野 靖士[6]、是永 将宏[6]、山田 伸之[7] (1.九州大学、2.北海道大学、3.株式会社ジオテック、4.防災科学技術研究所、5.東京工業大学、6.公益財団法人鉄道総合技術研究所、7.高知大学)

[SSS13-P06] 三次元速度構造を考慮したGreen関数と強震記録による2018年北海道胆振東部地震の震源過程

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1] (1.京都大学防災研究所)

[SSS13-P07] 強震波形記録を用いて推定された平成30年北海道胆振東部地震の震源過程

*久保 久彦[1]、鈴木 亘[1]、岩城 麻子[1]、青井 真[1]、関口 春子[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.京都大学防災研究所)

[SSS13-P08] 平成30年北海道胆振東部地震の広帯域地震動シミュレーション

*岩城 麻子[1]、森川 信之[1]、前田 宜浩[1]、久保 久彦[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P09] **波形のS波初動部分を用いた波形逆解析による熊本平野および益城町周辺の深部地盤構造の推定**

*室井 謙吾[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]、三宅 弘恵[3]、山田 伸之[4] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環/地震研究所、4.高知大学理工学部)

[SSS13-P10] 2016年熊本地震の余震記録を用いた高周波経験的グリーンテンソル微分（EGTD）の高精度化への検討

*吉田 沙由美[1]、堀家 正則[1]、宮腰 研[2] (1.株式会社阪神コンサルタンツ、2.一般財団法人　地域　地盤　環境研究所)

[SSS13-P11] 2016年熊本地震の余震記録のスペクトル分離解析による熊本平野の地盤増幅特性の評価

*飯田 朋美[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、篠山 大輝[8]、津野 靖士[5]、是永 将宏[5]、山田 伸之[7]、三宅 弘恵[6]、神野 達夫[3]、重藤 迪子[3]、吉見 雅行[2]、松島 信一[4]、川瀬 博[4]、浅野 公之[4]、岩田 知孝[4] (1.東京工業大学、2.産業技術総合研究所、3.九州大学、4.京都大学、5.鉄道総合技術研究所、6.東京大学、7.高知大学、8.電力中央研究所)

[SSS13-P12] 2016年4月15日熊本の地震(Mj6.4)の運動学的および動力学震源モデル

*吉田 邦一[1]、宮腰 研[1] (1.一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所)

[SSS13-P13] 曲面断層を考慮した2003年宮城県北部の地震（M_{JMA}6.4）の震源破壊過程と強震動生成域

*染井 一寛[1]、宮腰 研[1]、郭 雨佳[1] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所)

[SSS13-P14] 強震動記録を用いた2018年島根県西部の地震（Mw5.6）の震源破壊過程の推定

*倉橋 奨[1]、宮腰 研[2] (1.愛知工業大学、2.地域地盤環境研究所)

[SSS13-P15] 震源近傍の強震記録に基づくM6クラスの地震のSMGAの推定－2011年茨城県北部の地震（M6.1）を対象として－

*元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、塩田 哲生[2] (1.小堀鐸二研究所、2.四国電力)

[SSS13-P16] 地表および潜在断層地震における国内の内陸地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則の違い

*吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]、野口 竜也[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P17] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その１：地震動予測式の選定）

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.大崎総合研究所)

[SSS13-P18] 日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その２：地震動ハザード評価）

*宮腰 淳一[1]、森井 雄史[1]、森川 信之[2]、藤原 広行[2] (1.大崎総合研究所、2.防災科学技術研究所)

[SSS13-P19] **2018年大阪府北部地震による富士川河口断層帯周辺地域における長周期地震動のシミュレーション**

*橋本 整奈[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、是永 将宏[2]、津野 靖士[2]、三宅 弘恵[3]、先名 重樹[4] (1.東京工業大学　環境社会理工学院、2.公益財団法人　鉄道総合技術研究所、3.東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター/地震研究所、4.防災科学技術研究所)

[SSS13-P20] コーダ規格化法を用いた茨城県周辺域のKiK-net観測点におけるサイト増幅特性の推定

*河原 純[1]、中村 敬浩[1]、山田 卓司[1] (1.茨城大学大学院理工学研究科)

[SSS13-P21] 2014年長野県北部の地震における堀之内地区の地震動レベルの推定

*河合 亮太[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2] (1.東京工業大学環境・社会理工学院、2.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SSS13-P22] Ground type classification for strong ground motion prediction based on characteristics of phase-velocity curves from microtremor explorations

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、松山 尚典[2]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、藤原 広行[2] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P23] **地震被害推定のための地盤モデルの構築**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P24] **近年の液状化被害を踏まえた液状化被害率の検討**

*先名 重樹[1]、小澤 京子[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P25] **MeSO-net観測点における地表地震記録の推定**

*先名 重樹[1]、若井 淳[1] (1.防災科学技術研究所)

[SSS13-P26] 微動アレイ探査における水平動成分を利用した位相速度推定手法によるラブ波抽出の可能性について－愛知県西尾市の場合

*土田 琴世[1]、堀家 正則[1]、山田 浩二[1]、末廣 匡基[1]、吉田 沙由美[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS13-P27] 東海地域における微動アレイ探査に基づく浅部地盤構造モデルの高度化

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、松山 尚典[2]、藤原 広行[1] (1.防災科学技術研究所、2.応用地質)

[SSS13-P28] 強震動を用いた地震波干渉法による千葉県下総地域の地震基盤構造モデルの検証

*地元 孝輔[1]、山中 浩明[1] (1.東京工業大学)

[SSS13-P29] 微動アレイ観測に基づく佐賀平野のＳ波速度構造

*吉見 雅行[1]、重藤 迪子[2]、丸山 正[1] (1.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2.九州大学大学院人間環境学研究院)

[SSS13-P30] 島根県大田市波根地区および久手地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、山口 仁、森田 悠平、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P31] 鳥取県北栄町由良地区および西園地区における稠密微動観測

*野口 竜也[1]、留奥 勝也、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

[SSS13-P32] ネパール・カトマンズ盆地における反射法地震探査

*小鹿 浩太[1]、川崎 悠介[1]、プラダン オム[1]、山本 正人[1]、信岡 大[1]、松原 由和[1]、松山 尚典[1]、Monika Jha[2]、Chintan Timisina[2]、Suresh Shrestha[2]、Mukunda Bhattarai[2]、Dinesh Nepali[2]、Soma Nath Sapkota[2]、三宅 弘恵[3]、纐纈 一起[3] (1.応用地質株式会社、2.ネパール産業省鉱山地質局、3.東京大学地震研究所)

[SSS13-P33] ネパール・カトマンズ盆地トリブバン国際空港近傍での広帯域微動アレイ探査

*横井 俊明[1]、林田 拓己[1]、バッタライ ムクンダ[2]、ポカレル タラ[2]、シュレスタ スレッシュ[2]、ティムシナ チンタン[2]、バッタライ シュニタ[2]、ネパリ ディネッシュ[2] (1.国立研究開発法人　建築研究所国際地震工学センター、2.ネパール産業商務省鉱山地質局)

[SSS13-P34] 小規模微動アレイ(5～15m)によるベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市周辺の平均S波速度分布

*長 郁夫[1]、大久保 慎人[2] (1.産業技術総合研究所、2.高知大学)

[SSS13-P35] Microtremor Array Exploration in the Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

*大久保 慎人[1] (1.高知大学 教育研究部自然科学系理工学部門)

[SSS13-P36] **Turkey-Japan Joint Project on Modeling of Geological Structures for Strong Ground Motion Simulations due to Crustal Earthquakes in Eskisehir Basin, Turkey, by Using Seismic Interferometry Method**

*Mehmet Safa Arslan[1]、Kosuke Chimoto[2]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS13-P37] **Nonlinear Ground Motion Response During the 2016 Meinong Taiwan Earthquake**

*Kuo-Liang Wen[1]、Chun-Te Chen[2] (1.National Central University, Department of Earth Sciences、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[SSS13-P38] Earthquake damage of the 2017 Pohang earthquake in South Korea

*Mikyung Choi[1]、Sun-Cheon Park[1]、Dong-Hyo Sohn[1]、Seolhan You[1]、Jongsun Sun[1]、Seongheum Cho[1]、Duk-Kee Lee[1] (1. Korea Meteorological Administration)

2018年北海道胆振東部地震の被害地域における微動観測および臨時地震観測

Observation of Aftershock due to the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake and Microtremor observation in the Damaged Area

*西村 武[1]、野口 竜也[2]、小野 祐輔[2]、河野 勝宣[2]、日比 慧慎[1]
*Isamu Nishimura[1], Tatsuya Noguchi[2], Yusuke Ono[2], Masanori Kohno[2], Keishin Hibi[1]

1. 鳥取大学 大学院 持続性社会創生科学研究科 博士前期課程 工学専攻 社会システム土木コース、2. 鳥取大学大学院 工学研究科
1. Graduate School of Sustainability Science,Tottori Univercity,Department of Engineering,Social Systems and Civil Engineering Program, 2. Department of Engineering Tottori Univercity

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震において被害の原因を探るために，震源近傍の強震観測点を中心に微動観測と地震観測を実施した．

微動観測は2018/11/7，11/8，11/9の日中に，地すべり箇所（厚真町）1地点（ATM），建物被害箇所（むかわ町寺前）1地点（MKW1），強震観測点のK-NET鵡川（MKW2），K-NET追分（OIW1），KiK-net追分（OIW2），JMA鹿沼（SKN）4地点の計6地点で実施した．使用機器には加速度型微動計JU410（白山工業）を用い，測定方向を水平動2成分(NS，EW)成分，上下動成分の3成分とし，サンプリング周波数は200Hz，GPSクロックにより時刻校正させる仕様で，測定時間は10分間程度の測定を行った．全箇所とも微動計4台を用いて，円の中心に1台，円周上に等間隔で3台（内接する三角形の各頂点）に配置させるアレイ観測を実施した．地すべり箇所では山体の山頂部と麓にそれぞれ1台の微動計を設置させて同時観測も実施している．

微動の3成分観測記録より，20.48秒を5区間以上選定し，3成分のフーリエスペクトルを算出，対数ウィンドウ（係数20）で平滑化し，水平動のスペクトルと上下動のスペクトルの比(H/V)を求めた．アレイ観測記録は，CCA法（Cho et. al.，2006）によりセグメント長10.24秒，Parzenウィンドウ（バンド幅0.3Hz）でスペクトルを平滑化し，位相速度分散曲線を求めた．位相速度分散曲線とH/Vを用いて，レイリー波基本モードを仮定して，試行錯誤で地盤構造モデルを推定した．

地震観測は2018/11/7～11/8に地すべり箇所（厚真町）で実施した．使用機器には速度型地震計KVS300(近計システム)とデータレコーダー(計測技研)を組み合わせて，地震計は埋設し，測定方向を水平動2成分(NS，EW)成分，上下動成分の3成分とし，サンプリング周波数200Hzで常時収録，GPSクロックによる時刻校正，バッテリー稼働とする仕様とした．設置場所は地すべり箇所の山体の山頂付近で元の地盤が残存する箇所とした．

地震観測記録より，S波部の10.24秒の区間を切り出し，両端に0.5%のコサインテーパーを施し，Parzenウィンドウ（バンド幅0.3Hz）でスペクトルを平滑化し，各成分のフーリエスペクトルを算出，微動記録と同様にH/Vを求めた．

いずれの観測点においても地下10ｍまでがS波速度75～130m/sと推定され、これは火山灰の層に対応していると考えられる。特に被害が生じた鹿沼，厚真町の観測点では堆積時期が異なる火山灰の層が2層重なって堆積しており、この層が大規模な地震地すべりを引き起こしたと示唆される。微動および地震動H/Vの卓越周期は、この火山灰層の層厚に対応していると考えられる。また、尾根筋の方向と直行方向のH/Vのスペクトル振幅が、平行な方向のそれより大きくなることもわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：微動探査、地すべり、H/Vスペクトル、S波速度、地盤構造
Keywords: Microtremor observation, landslide, H / V spectral ratio, S-wave velocity, subsurface abstraction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nonlinear site amplification for high intensity ground motions during the 2018 Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*Yadab Prasad Dhakal[1], Takashi Kunugi[1], Takeshi Kimura[1], Wataru Suzuki[1], Shin Aoi[1]

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED)

Large peak ground accelerations (PGAs) exceeding 1g on both the horizontal and vertical components were recorded at a fault distance of about 25 km during the September 6, 2018, Mw 6.6 Hokkaido eastern Iburi earthquake. Explaining the large PGAs at the distance for the magnitude of the event requires detailed investigation of the site response and source radiations. At several sedimentary sites, peak ground velocities (PGVs) exceeding 100 cm/s were recorded. Comparison of the observed PGAs and PGVs with the ground motion prediction equations (GMPEs) by Si and Midorikawa (1999) revealed that the observed data, especially the PGVs, were substantially larger at fault distances smaller than about 40-50 km, while the data at longer distances showed little or no trend different from the GMPEs. This motivated us to examine the site response during the earthquake. We processed many small amplitude (PGAs between 5 and 20 cm/s/s) accelerograms from earthquakes that occurred prior to the mainshock (the Mw 6.6 event) at sixteen KiK-net sites, and compared the surface-to-borehole spectral ratios between the small-amplitude ground motions from prior earthquakes and large-amplitude ground motions recorded during the mainshock. The comparison suggested that the sites at short distances where PGVs were underestimated, sustained various degrees of nonlinear site response, and the recovery is still undergoing at some of the sites based on similar analysis of aftershock recordings. Nonlinear site amplification has been known for a long time for the reduction of short-period ground motion amplitudes at a soil site during strong input motions compared with the weak input motions. Another commonly reported effect of nonlinear site response is the shift of predominant frequency to lower one. This second effect was found to be very prominent during the mainshock at soil sites and smaller distances, which caused stronger amplification at relatively longer-periods resulting into large PGVs and large JMA intensities. At the site of largest PGA, the ground motions were amplified by an order of magnitude at the new predominant frequency during the mainshock. We also analyzed the horizontal-to-vertical (H-to-V) spectral ratios at K-NET sites where PGAs were larger than 200 cm/s/s. We found that the K-NET sites also experienced larger degree of nonlinear site response at sites of larger PGAs. Based on the above analysis, the nonlinear site amplification could be one of the major reasons for the high intensity ground motions that were underestimated at the smaller distances by the GMPEs. Moreover, two sites (IBUH01: KiK-net; HKD127: K-NET), which were closely located, recorded vertical PGAs exceeding 1g for the up going motions at the surface, and the recordings showed asymmetric waveforms and amplitudes characteristics to the nonlinear site response reported during a few earthquakes in the past. A few sites having lower vertical PGAs were also suspected of being experienced nonlinear site response on vertical motions. Finally, we derived an ad-hoc equation to correct for the nonlinear site amplification in the prediction of horizontal PGVs with respect to the GMPE by Si and Midorikawa (1999). The results indicated that the stronger input motions may induce larger changes in PGVs at the surface than that for a proportional change in the shallow S-wave velocities (Dhakal et al. 2019).

Reference:

Dhakal YP, Kunugi T, Kimura T, Suzuki W, Aoi S (2019) Peak ground motions and characteristics of nonlinear site response during the 2018 Mw 6.6, Hokkaido eastern Iburi earthquake. Earth, Planets and Space (submitted)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Si H, Midorikawa S (1999) New attenuation relations for peak ground acceleration and velocity considering effects of fault type and site condition. Journal of Structural and Construction Engineering Transactions of AIJ 523:63–70

Keywords: Soil nonlinearity, 2018 Iburi earthquake, PGA, PGV, Spectral ratios

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年北海道胆振東部地震で大震度を観測したK-NET追分およびKiK-net追分における微動アレイ探査
Microtremor array measurements at strong motion recording stations, HKD127 and IBUH01, in 2018 Hokkaido Iburi earthquake.

*古川 拓人[1]、時松 孝次[1]、大川 出[1]、田中 均[1]、元木 健太郎[2]
*Takuto Kogawa[1], Koji Tokimatsu[1], Izuru Okawa[1], Hitoshi Tanaka[1], Kentaro Motoki[2]

1. 株式会社 東京ソイルリサーチ、2. 株式会社 小堀鐸二研究所
1. TOKYO SOIL RESEARCH CO.,LTD., 2. KOBORI RESEARCH COMPLEX INC.

１．はじめに

2018年9月6日3時7分に，北海道胆振地方東部でMj6.7の地震が発生した。この地震は，震源の深さが37kmと深いのに対し，震度6強や震度7の大振幅の地震動が観測されたという特徴がある。この要因の１つとして，地盤による地震動の増幅が考えられた。そこで筆者らは，表層地盤の増幅特性を推定する目的で，震度６強もしくは震度７を観測した地震観測点のうち6地点において，微動アレイ探査を実施した。

なお，本発表では，これらの探査地点のうち，ほぼ同位置であるのにもかかわらず計測震度に差が見られたK-NET追分(HKD127)およびKiK-net追分(IBUH01)に着目し，地盤構造を推定した結果を示す。

２．微動アレイ探査

微動アレイ探査のセンサー配置は正三角形の頂点と中心の4点とした。各点で上下動の測定を行い，アレイ中心では水平2成分を加えて3成分測定を行った。アレイ半径は，最小1mから最大200mまでとし，アレイ半径を変えて複数の探査を実施した。その際，半径10m以下のアレイ探査については地震観測点近傍にてそれぞれ実施したが，半径25m以上のアレイ探査については，K-NET追分とKiK-net追分の距離が約100mと近いことから，地震観測点周辺で実施した結果を両観測点に適用した。

３．解析

得られた微動データの波形が定常と考えられる区間を解析区間として選定し，微動アレイデータからは空間自己相関法(SPAC法)による分散曲線を，3成分の微動データからはH/Vスペクトルを算定した。これらの分散曲線およびH/Vスペクトルに適合する地盤構造を，遺伝的アルゴリズムによる逆解析で推定した。その際，H/Vスペクトルに対してはレイリー波およびラブ波の高次モードの影響を考慮し，また分散曲線についてはレイリー波の基本モードを仮定して推定した。

謝辞

小堀鐸二研究所の加藤研一氏には，微動アレイ探査の計画から解析に至るまで，多くのご助言とご配慮をいただきました。また，微動アレイ探査に際しては，株式会社小堀鐸二研究所の鈴木文乃氏，古家萌子氏，株式会社鹿島建設の星野和也氏，株式会社東京ソイルリサーチの斉藤実岬氏，川口智美氏にご協力いただきました。記して感謝いたします。

キーワード：微動アレイ測定、H/Vスペクトル、分散曲線、北海道胆振東部地震、速度構造
Keywords: Microtremor Array Measurement, H/V Spectra, Dispersion Curve, 2018 Hokkaido Iburi earthquake, Velocity Structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

拡散波動場理論に基づくK-NET追分とKiK-net追分の地下構造モデルの推定：近接2地点の同時逆解析

Subsurface structure model based at diffuse-field theory in Oiwake region: Simultaneous inversion analysis on adjacent two sites

*古家 萌子[1]、元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、古川 拓人[2]
*Moeko Koie[1], Kentaro Motoki[1], Kenichi Kato[1], Takuto Kogawa[2]

1. 株式会社小堀鐸ニ研究所、2. 株式会社東京ソイルリサーチ
1. KOBORI RESEARCH COMPLEX INC., 2. TOKYO SOIL RESEARCH CO., LTD.

平成30年北海道胆振東部地震の際、K-NET追分では震度6強（6.4）、KiK-net追分では震度7（6.7）が観測された。2地点間の距離は100mほどであるにもかかわらず0.3の震度差が生じている。2地点の応答スペクトルをみると、KiK-net追分の卓越周期で両者の振幅差が最大となる。この原因のひとつとして、表層地盤構造の相違が考えられる。本検討では、拡散波動場理論に基づくH/Vの逆解析により2地点の地盤構造モデルを推定し、両者の相違点を検討した。

表層地盤の非線形の影響が小さく実体波が卓越する地震として、本震以前に発生し、かつ最大加速度100cm/s^{2}未満で震央距離の震源深さに対する比が2以上の地震を選定した。そのS波部分のH/V平均値を、逆解析に用いる観測H/Vとする。なお、水平成分は2成分の自乗和平方根とした。観測H/Vのピーク周期（以降、H/V周期）はK-NET追分がKiK-net追分より短い。また、長周期における両者の観測H/Vの値はおよそ一致した。

逆解析では、近接した2地点であり、さらに2地点の観測H/V平均値の長周期側の形状がよく似ていたことから、PS検層モデルの最下層（Vs=890m/s）以深を共通として、それ以浅の構造は各地点で探索する。深部構造を共通させるため、2地点同時逆解析を実施した。ハイブリッドヒューリスティック法を採用し、探索範囲はPS検層とJ-SHISによる情報を参照して設定した。J-SHISを参照した深部では層厚を探索させ、PS検層を参照した浅部では主にS波速度を探索させた。

逆解析の結果、各地点で観測H/Vに整合的なモデルが同定された。工学的基盤面相当の深さはK-NET追分で7mであるのに対し、KiK-net追分では20mとなった。また、AVS30はK-NET追分で278m/s、KiK-net追分では243m/sとなり、全体的にKiK-net追分のS波速度はK-NET追分より遅い結果となった。各地点で探索した浅部の増幅率を計算すると、増幅率の１次周期（以降、固有周期）はKiK-net追分（0.31s）よりK-NET追分（0.20s）が短い。また、本震の地表記録の擬似速度応答スペクトルの卓越周期（以降、本震の卓越周期）は、固有周期と同様にKiK-net追分（0.53s）よりK-NET追分（0.48s）が短い。固有周期と本震の卓越周期でKiK-net追分よりK-NET追分が短いことから、表層地盤の違いが本震地震動の違いに影響していると考えられる。しかしながら、固有周期よりも本震の卓越周期の方が2地点とも長い傾向にあり、表層地盤の非線形挙動が含まれている可能性がある。

今後は表層地盤の非線形性の影響も考慮した地盤増幅率を評価して震度の違いの原因を検討する予定である。

キーワード：平成30年北海道胆振東部地震、拡散波動場理論、H/V逆解析、地下構造
Keywords: The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, Diffuse-field theory, H/V inversion, Subsurface structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploration of the velocity structure model in the Mukawa town, damaged area during the 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake

*重藤 迪子[1]、高井 伸雄[2]、堀田 淳[3]、野本 真吾 [3]、前田 宜浩[4]、高橋 浩晃[2]、一柳 昌義[2]、山中 浩明[5]、地元 孝輔[5]、津野 靖士[6]、是永 将宏[6]、山田 伸之[7]
*Michiko Shigefuji[1], Nobuo TAKAI[2], Jun Horita[3], Shingo Nomoto[3], Takahiro Maeda[4], Hiroaki Takahashi[2], Masayoshi Ichiyanagi[2], Hiroaki Yamanaka[5], Kosuke Chimoto[5], Seiji Tsuno[6], Masahiro Korenaga[6], Nobuyuki Yamada[7]

1. 九州大学、2. 北海道大学、3. 株式会社ジオテック、4. 防災科学技術研究所、5. 東京工業大学、6. 公益財団法人鉄道総合技術研究所、7. 高知大学
1. Kyushu University, 2. Hokkaido University, 3. Geo-Technical Research Co.,Ltd, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 5. Tokyo Institute of Technology, 6. Railway Technical Research Institute, 7. Kochi University

The 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake (M_w 6.6, focal depth=37 km) occurred on 6 September 2018 at the Hidaka arc-arc collision zone, Hokkaido, Japan. The many building damages by strong ground motion were concentrated around K-NET Mukawa strong motion observation station (HKD126). Strong motion records had strong power in 1-2 second periods of the response spectrum to destroy the timber frame buildings. It is an important examination to know the cause of the generation of this destructive strong motion.

To understand the site effects of this strong motion, we estimate the velocity structure models by using the microtremor array and multichannel analysis of surface wave measurements at three sites; around HKD126 site, a hillside site located about 6 km north from HKD126, and midpoint between both sites. We carried out the microtremor array measurements (R=1-2000 m) on 14-16 December 2018. We used servo type velocity sensor (Le-3D/5s) and 24-bit data logger (DATAMARK LS-7000XT) with GPS time calibration. At small arrays (R<~10 m), we used moving coil accelerometer (JEP-6A3, 10V/g). The fundamental Rayleigh wave phase velocity is examined with the spatial autocorrelation method. We also carried out a multichannel analysis of surface wave to emphasize the high-frequency side phase velocity. We set 24 channel 4.5 Hz geophones in interval 1 m with GEODE and 10 kg wood hammer. The phase velocity is examined with the Frequency-wavenumber method. The shear wave velocity structure models are estimated to fit the dispersion curve of the fundamental mode of Rayleigh wave using the genetic algorithm inversion method (Yamanaka and Ishida, 1998). The phase velocity data of the large array (R=2000 m) were used in common to the three sites.

Comparing the velocity structures, the Vs=1300 m/s layer’s depth of HKD126 is shallower than the hillside site ones and midpoint depth is mid of both. This tendency of depth variation is the same as the seismic bedrock and subsurface structure depth variation of AIST model (Yoshida *et al.*, 2007) and J-SHIS V2 model (Fujiwara *et al.*, 2012). On the other hand, about the shallow part, engineering bedrock depth of hillside site is shallower than the HKD126. The midpoint’s seismic bedrock is mid for the others, however, the surface soft soil deposit is detected as richer than the HKD126. These features of the shallow part structure's variation are able to confirm by the surface geology or Vs30 values of J-SHIS.

Acknowledgements: A part of this study was supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research No. 18K19952 and 17H06215 from MEXT of Japan, and MEXT of Japan’s Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：2018北海道胆振東部地震、速度構造モデル、微動観測、表面波探査
Keywords: The 2018 Hokkaido eastern Iburi earthquake, Velocity structure model, Microtremor measurement, MASW

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三次元速度構造を考慮したGreen関数と強震記録による2018年北海道胆振東部地震の震源過程

Source Process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake Inferred from Strong Motion Data and Green's Functions Based on Three-Dimensional Velocity Structure Model

*浅野 公之[1]、岩田 知孝[1]
*Kimiyuki Asano[1], Tomotaka Iwata[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

The source rupture process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake (M_{JMA} 6.7) was analyzed by the kinematic waveform inversion using strong motion data. Since this earthquake occurred close to the Hidaka Collision Zone and the Ishikari Lowland, the crustal and sedimentary basin structure of surrounding region is rather complex. Thus, we tried to use a three-dimensional velocity structure model to compute theoretical Green's functions. We used the Japan Integrated Velocity Structure Model (JIVSM; Koketsu *et al.*, 2012), and the Green's functions were computed by the three-dimensional finite difference method. The source fault model with strike-angle variation was set by referring to the spatial distribution of early aftershocks and the Global CMT solution. The source rupture process was estimated by the multiple time-window kinematic waveform inversion method (e.g., Hartzell and Heaton, 1983). The observed data for the inversion was strong-motion velocity waveforms in 0.04–0.5 Hz at K-NET, KiK-net and F-net stations. The rupture starting point was assumed to be at the hypocenter located by JMA at a depth of 37 km. The strong motion stations were selected based on the result of forward ground motion simulation of an Mw 4.1 aftershock occurring on September 14, 2018.
The estimated source model has small slip in the vicinity of the hypocenter, but significant slip is found in the depth range from about 22 km to 32 km. The rupture mainly propagated toward shallow and southwest direction. Considering crustal structure in this region (e.g., Iwasaki et al., 2004; Kita et al., 2012), the large slip area (asperity) is located in the middle-to-lower crust, and its rupture does not reach the upper crust. The depth range of significant slip is consistent with the spatial distribution of early aftershocks. Later aftershocks occurring in shallower depth are thought to occur outside the mainshock's source fault.

Acknowledgements: Strong motion data from K-NET, KiK-net and F-net (NIED) and JMA unified hypocenter catalog were used in this study. This study was supported by the Grant-in-Aid for Special Purposes 18K19952 (PI: Prof. Hiroaki Takahashi at Hokkaido University) from MEXT.

キーワード：2018年北海道胆振東部地震、強震記録、震源過程、三次元速度構造モデル
Keywords: the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, strong motion data, source rupture process, three-dimensional velocity structure model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強震波形記録を用いて推定された平成30年北海道胆振東部地震の震源過程

Source process of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake derived from strong motion data

*久保 久彦[1]、鈴木 亘[1]、岩城 麻子[1]、青井 真[1]、関口 春子[2]
*Hisahiko Kubo[1], Wataru Suzuki[1], Asako Iwaki[1], Shin Aoi[1], Haruko Sekiguchi[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 京都大学防災研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. DPRI, Kyoto University

The 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake (M_{jma} 6.7) struck southern Hokkaido, Japan on September 6, 2018 (JST). This earthquake caused strong ground motions over southern Hokkaido with a maximum seismic intensity of 7 on the JMA scale and a maximum PGA of over 1500 cm/s/s. In this study, we estimate the source process of this earthquake using strong motion waveforms.
For source-process analysis of this event, we develop a curved fault model based on the spatial distribution of aftershocks. This curved fault model consists of multiple planes, each with a width of 20 km, a common dip angle (65 degree), and a common top depth (approximately 22 km). The common dip angle refers to the moment tensor analysis of F-net. The strike angle of the planes smoothly changes along the strike direction: the strike angle is 15˚ at the north part, 340˚ at the central part, and 40˚ at the south part. The rupture starting point is set to the hypocenter determined by JMA. The curved fault model is divided into 15 subfaults along the strike direction and 10 subfaults along the dip direction.
We use velocity waveforms at 20 stations of K-NET and KiK-net, F-net of NIED. The waveforms are band-pass filtered between 0.05 and 0.5 Hz, resampled to 10 Hz, and windowed from 1 s before S-wave arrival for 25 s.
Green's functions are calculated with the discrete wavenumber method (Bouchon 1981) and the reflection/transmission matrix method (Kennett and Kerry 1979) assuming 1-D velocity structure models. The structure models are obtained for each station from the 3-D structure model (Fujiwara et al. 2009). Logging information is also used for the KiK-net station. To consider the rupture propagation effect, 25 point-sources are uniformly distributed over each subfault in the calculation of Green’ s functions.
The multi-time-window linear waveform inversion method (Olson and Apsel 1982; Hartzell and Heaton 1983) is used in this study. The slip time history of each subfault is discretized using eight smoothed ramp functions (time windows) progressively delayed by 0.4 s and having a duration of 0.8 s each. The triggering velocity of first time window is set to 1.4 km/s to minimize the data-fit residual. Two orthogonal slips of each time window at each subfault are derived by minimizing the difference between the observed and synthetic waveforms using the non-negative least-squares scheme (Lawson and Hanson 1974). The slip angle is allowed to vary centered at 107˚, which is the rake angle of the F-net analysis. In addition, we impose a spatiotemporal smoothing constraint on slips (Sekiguchi et al. 2000).
In the estimated source model, the large slips are found at approximately 30 km depth in the up-dip direction from the hypocenter. In the first 6 s, the rupture grows slowly around the hypocenter with small slips. Then, the rupture developed with the large moment release between 6 s and 12 s in the large slip area. The large slip area does not overlap with the active aftershock area

キーワード：平成30年北海道胆振東部地震、震源過程、強震動
Keywords: 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, Source process, Strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年北海道胆振東部地震の広帯域地震動シミュレーション
Broadband ground-motion simulation of the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake

*岩城 麻子[1]、森川 信之[1]、前田 宜浩[1]、久保 久彦[1]、藤原 広行[1]
*Asako Iwaki[1], Nobuyuki Morikawa[1], Takahiro Maeda[1], Hisahiko Kubo[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

１．はじめに

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M_{JMA}6.7）弱を観測するなど各地に強い揺れがもたらされた．震源域周辺は，陸域としては他の地域と比べて深い場所で地震活動が見られる地域に相当し（地震調査委員会，2018），これまでの内陸地殻内地震の地震動予測で対象としていない深さである．このような深い地殻内地震による強い揺れが，従来の地震動予測の枠組みで説明可能かどうか検証する必要がある．

２．広帯域地震動シミュレーション

この地震を対象として強震動予測レシピ（地震調査委員会，2017）に基づく特性化震源モデルを用いたハイブリッド法による広帯域地震動シミュレーションを行い、観測地震動の再現を試みた．断層面は強震波形インバージョンによる断層すべり分布（久保・他，本大会）とF-netモーメントテンソル解を参考に，長さ28km，幅22kmの一枚面を下部地殻内に設定した．内陸地殻内地震（活断層で発生する地震）についてのレシピ(ア)に従って微視的断層パラメータを設定し，破壊開始点を断層中央深さ35km，その上部にアスペリティを一つ置いた．地震モーメントは断層面積と地震モーメントの経験式（入倉・三宅2001）を仮定して設定したものであり，短周期レベルは壇・他(2001)の平均値である．これを基本モデルとする．

J-SHIS深部地盤モデルv2 （藤原・他，2009, 2012）を用いて，接続周期1秒で三次元差分法（GMS; 青井・他，2004）と統計的グリーン関数法（壇・佐藤，1998）のハイブリッド法で工学的基盤面上の広帯域地震動を計算し，さらにAVS30，最大速度と計測震度の関係式（藤本・翠川，2005, 2006）によって地表計測震度を求めた．

長周期帯域の速度波形は，多くの地点で主要なパルスの到達時刻や最大振幅値などの特徴が観測記録と調和的であった．広帯域では地表計測震度について観測記録と比較したところ，全体に過小評価傾向であった．その原因として，震源モデルや深部および浅部の地盤構造モデルが十分でないことが考えられるが，ここでは計算領域全体で短周期成分が過小評価になっていることから，まずは短周期レベルの値が変わることによる計算地震動への影響を調べることにした．この地震の震源特性について，友澤・他（2018, 地震学会）では地震モーメントに対する短周期レベルを，解析条件によって壇・他（2001）の平均値の1～2倍程度と推定している．この知見を参照し，基本モデルよりもアスペリティ面積が小さく，短周期レベルが壇・他（2001）の平均値の1.5倍程度の震源モデルを設定すると，計測震度の再現性が全体的に向上した．

３．まとめと課題

本検討では，この地震に対する特性化震源モデルについて従来の内陸地殻内地震よりも短周期レベルを高めに設定することで観測記録の説明性が向上した．これは地震の深さや発生環境に特徴づけられる震源特性を反映している可能性がある．

今後は，震源特性についてさらに検討し長周期帯域も含めた再現性向上を試みる．また，特に短周期地震動が卓越した観測点において，表層地盤による増幅特性を考慮する必要があると考えている．

謝辞：気象庁，北海道，札幌市，K-NET，KiK-netの強震波形記録を使用しました．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：平成30年北海道胆振東部地震、強震動、広帯域地震動シミュレーション、内陸地殻内地震
Keywords: the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake, strong ground motion, broadband ground-motion simulation, inland crustal earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

波形のS波初動部分を用いた波形逆解析による熊本平野および益城町周辺の深部地盤構造の推定

Estimation of 1D S-wave velocity structures in Kumamoto plain and Mashiki town using a waveform inversion of S-wave

*室井 謙吾[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]、三宅 弘恵[3]、山田 伸之[4]
*Kengo Muroi[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Seiji Tsuno[2], Masahiro Korenaga[2], Hiroe Miyake[3], Nobuyuki Yamada[4]

1. 東京工業大学環境・社会理工学院、2. 公益財団法人鉄道総合技術研究所、3. 東京大学大学院情報学環/地震研究所、4. 高知大学 理工学部
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Railway Technical Research Institute, 3. The University of Tokyo, 4. Kochi University

2016年熊本地震は内陸の活断層による地殻内地震であり、熊本県益城町では多くの木造家屋に被害が生じた。被災地周辺での強震動の理解には地下構造を知ることが重要であるが、工学的基盤より深部の地下構造は充分明らかでない。本研究では、本震時の被災地周辺における強震動特性の評価を目的として、熊本地震の余震の観測記録を利用して既往の地下構造モデルの修正を行った。さらに、修正した地下構造モデルを用いて、本震の地震動の再現を行った。

まず、既往の地下構造モデルとして地震調査研究推進本部の全国1次地下構造モデルを用いて、3次元差分法による被災地周辺における余震の地震動シミュレーションを行った。検討した地震は4月19日M5.5の余震であり、震源モデルとして、走向方向に8km、傾斜方向に4kmの断層面を設定した。益城町の観測点の観測波形と計算波形の比較から、既往モデルによる計算波形では観測波形に見られる定性的な特徴は捉えられているものの、振幅の大きさや位相といった詳細な特徴を再現することが難しいことが分かった。

そこで、余震記録の観測波形のS波初動部分の到着時間や振幅を利用して、波形逆解析により観測点直下の1次元S波速度構造モデルをチューニングすることにした。逆解析ではハイブリッドヒューリスティック探索によって観測波形と離散化波数法を用いた1次元シミュレーションによる計算波形の振幅の誤差の2乗和平均が最小となる速度構造モデルを、熊本平野部および益城町周辺における観測点36点において推定した。逆解析により推定された地下構造モデルで計算した余震の波形では、既往のモデルで計算した波形と比べて、観測波形の位相や振幅の特徴がよく説明できるようになった。

最後に、逆解析による1次元モデルを用いて全国1次地下構造モデルを修正した地下構造モデルを利用して、本震の地震動シミュレーションを行った。本震の震源モデルとしてKubo et al.(2016)によるモデルを用い、計算波形には表層地盤の影響を考慮するためJ-SHISの表層地盤増幅率を乗じた。計算により求めた計測震度分布は益城町中心部における計測震度を過小評価しており、益城町役場の計算波形は観測波形と比べて3倍～4倍小さかった。一方で、K-NET熊本、KiK-net益城の計算波形は振幅、位相ともに観測波形の特徴をよく説明できていることが分かった。これらの結果は、修正した地下構造モデルが熊本平野部では妥当なものである一方、修正した益城町中心部の直下の地下構造は、再構築が必要であることを示している。

キーワード：2016年熊本地震、波形逆解析、1次元S波速度構造、地震動シミュレーション
Keywords: The 2016 Kumamoto Earthquakes, Waveform Inversion, 1D S-wave Velocity Structure, Simulation of Ground Motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震の余震記録を用いた高周波経験的グリーンテンソル微分（EGTD）の高精度化への検討

Investigation to estimate high-frequency Empirical Green’s tensor derivatives (EGTD) using aftershocks for the 2016 Kumamoto earthquake

*吉田 沙由美[1]、堀家 正則[1]、宮腰 研[2]
*Sayumi Yoshida[1], Horike Masanori [1], Ken Miyakoshi[2]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ、2. 一般財団法人　地域　地盤　環境　研究所
1. HANSHIN CONSULTANTS Co., Ltd., 2. Geo-Research Institute

1) Introduction

Green’s tensor derivatives play a key role for evaluation and prediction of strong ground motions and for surveys of the velocity and damping structures. However, it is difficult to generate high-frequency (above 1Hz) Green’s tensor derivatives using numerical approaches for want of fine geological structure models. Plicka and Zahradnik (1998) proposed a method for estimation of Empirical Green’s tensor derivatives (EGTDs) using multiple small earthquakes. EGTDs does not require the structural model along propagation paths for their estimation and is possible to calculate high-frequency ground motions for any focal mechanism. In this study, we investigate the conditions required (focal mechanism, grouping radius, applicable frequency) to obtain high-frequency EGTDs, using aftershocks of the 2016 Kumamoto earthquake.

2) Data and method

The size of the aftershocks ranges between the magnitudes 2 and 4. The focal mechanism, such as the strike, the dip angle, and the rake angle, and the source parameters of radiated spectra, such as the seismic moment and the corner frequency, are required for the estimation of EGTDs. The focal mechanism was obtained from the sign of P-wave first motions and the source parameters were obtained from the Fourier spectra of S-wave motions, assuming the model.

We first set the grouped aftershocks located within a sphere with a certain radius. Then, we estimated 3 EGTDs for 3-component ground motions from the grouped aftershocks by the approach developed by Plicka and Zahradnik (1998). Finally, we evaluated the accuracy of the estimated EGTDs by the correlation coefficients between observed seismic recordings of the grouped aftershocks and those calculated using the estimated EGTD for the 3- component ground motions. We furthermore evaluate the accuracy of EGTDs by investigating whether they can reproduce seismic waveforms of the aftershocks which are not contained in the group.

3) Results

Accurate EGTDs up to 2 Hz can be stably estimated from most groups with the radius of 1km, having the correlation coefficients over 0.8. Also, these EGTDs can reproduce the seismic motions of the aftershock that is not contained in the group. In the meantime, the correlation coefficients calculated from the estimated EGTDs up to 4Hz are not always not high values over 0.8 even for the groups with the radius 0.5 km. These results suggest that estimation of EGTDs up to the frequency higher than 2Hz requires accurate focal mechanism and source parameters of the radiated spectra. Thus, we will improve them, for example, using the Genetic algorithm.

4) Acknowledgement

In this study, we use event waveform data provided by NIED (Hi-net).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：経験的グリーンテンソル、2016年熊本地震、高周波数
Keywords: Empirical Green’s tensor, 2016 Kumamoto earthquake, high-frequency

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震の余震記録のスペクトル分離解析による熊本平野の地盤増幅特性の評価

Estimation of Site Amplification Characteristics in Kumamoto plain by Spectral Separation Analysis Using Aftershock Records of the 2016 Kumamoto Earthquake

*飯田 朋美[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、篠山 大輝[8]、津野 靖士[5]、是永 将宏[5]、山田 伸之[7]、三宅 弘恵[6]、神野 達夫[3]、重藤 迪子[3]、吉見 雅行[2]、松島 信一[4]、川瀬 博[4]、浅野 公之[4]、岩田 知孝[4]
*Tomomi Iida[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Daiki Shinoyama[8], Seiji Tsuno[5], Masahiro Korenaga[5], Nobuyuki Yamada[7], Hiroe Miyake[6], Tatsuo Kanno[3], Michiko Shigefuji[3], Masayuki Yoshimi[2], Shinichi Matsushima[4], Hiroshi Kawase[4], Kimiyuki Asano[4], Tomotaka Iwata[4]

1. 東京工業大学、2. 産業技術総合研究所、3. 九州大学、4. 京都大学、5. 鉄道総合技術研究所、6. 東京大学、7. 高知大学、8. 電力中央研究所
1. Tokyo institute of Technology, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Kyushu University, 4. Kyoto University, 5. Railway Technical Research Institute, 6. The University of Tokyo, 7. Kochi Unicersity, 8. Central Research Institute of Electric Power Industry

2016年熊本地震は，4月14日にM6.5の地震、16日にM7.3の地震が起こり、震度7を2回観測した熊本県益城町を中心に大きな被害が生じた。本研究では主に熊本地震の余震を中心とした239地震の際に防災科学技術研究所の強震観測網K-NET/KiK-net、熊本県の自治体震度観測点、臨時強震観測点(Yamanaka et al., 2016等)の計197観測点で観測された強震記録をスペクトルインバージョンによって震源・伝播経路・地盤増幅特性に分離した。拘束条件には、KiK-netのOITH08(宇目西)観測点を基準観測点とし、地表と孔底のスペクトル比から推定した地震基盤までのS波速度構造を用いて一次元重複反射理論により算出した地表の理論増幅特性を用いた。伝播経路のQ値は既往研究(例えば, 染井他、2018)と矛盾のない結果を示した。震源特性はオメガスクエアモデルによって説明することができた。また、震源特性から計算した地震モーメントはF-netによる地震モーメントと同程度であった。地盤増幅特性は、沖積平野で、0.5-2.0Hzの低周波数の増幅が大きく、山地では2Hz以上の高周波数の増幅が平野部と比べて大きくなることがわかった。スペクトルインバージョンによって求めた地盤増幅特性を一次元重複反射理論を用いて逆解析することで、熊本平野の堆積層のS波速度と地盤減衰の推定を行い、熊本平野の中央部の堆積層が約600mと厚いことがわかった。

謝辞：本研究は文部科学省科学技術基礎調査委託事業「平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査」（代表機関：九州大学大学院理学研究院)の一部として実施された余震観測のデータを使用しました。

キーワード：スペクトルインバージョン、2016年熊本地震、地盤増幅
Keywords: Spectral inversion technique, the 2016 Kumamoto Earthquake, Site Amplification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年4月15日熊本の地震(Mj6.4)の運動学的および動力学震源モデル
Kinematic and dynamic source models of the 2016 Mj6.4 Kumamoto third large earthquake

*吉田 邦一[1]、宮腰 研[1]
*Kunikazu Yoshida[1], Ken Miyakoshi[1]

1. 一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所
1. Geo-Research Institute

2016年熊本地震の地震群のうち，3番目に大きい2016/4/15 00:03に発生したMj6.4の地震について，まず強震記録のインバージョン解析により震源過程を求め，その結果をもとに，運動学的震源モデルを再現するような動力学震源モデルの構築を試みた．まず，強震記録のマルチプルタイムインバージョン解析により震源過程を求めた．解析には，防災科学技術研究所K-NET, KiK-net，気象庁および自治体震度計の計11観測点を使用した．速度構造モデルは，Yoshida et al. (2017)による余震の波形フィッティングによる構造モデルのチューニングにより求めた．この時，余震の震源位置にはdouble-difference法により再決定されたもの(Uchide et al., 2016)を用いた．本震の断層面は1.5 km×1.5 kmの小断層に，時間方向にはパルス幅0.8秒のスムーズドランプ関数を0.4秒間隔で6個並べ離散化した．各小断層からの理論グリーン関数の計算には，離散化波数法(Bouchon, 1981)と反射・透過係数行列法(Kennett and Kerry, 1979)により点震源の波形を計算して求めた．逆解析にはマルチタイムウィンドウインバージョン法(Hartzell and Heaton, 1983)を用いた．解析対象には，観測加速度記録に0.05－1.0 Hzのバンドパスフィルターを適用し，1回積分して作成した速度波形とした．P波到達から18秒間を切り出し，解析に用いた．なお，KiK-net 観測点では地中波形を逆解析の対象とした．破壊伝播速度V_{FT} は，平滑化係数λを固定して，2.0～2.6 km/sの範囲で0.2 km/sごとに解を求め，それらの残差が最小となった2.4 km/sを採用した．各機関(USGS W-phase, USGS body wave, USGS Regional, Global CMT, JMA, F-net)のCMT解のM_0は平均が1.2×10^{18} Nmであったので，採用したV_{FT}のうちM_0がもっともこの値に近くなるようなλの解を採用した．解析により得られた震源モデルでは，破壊開始点より浅部に，最大滑り量は約1 m，平均すべり量が0.6～0.7 mのアスペリティと高すべり速度域（High slip/moment Rate Area, HRA; 吉田・他，2017）が求められた（図左）．アスペリティの上端では，すべり量と比べてすべり速度が小さく，同定されたHRAはアスペリティよりも上端の1メッシュ分小さいものが求められた．この解析で得られた断層面積，アスペリティ面積などはスケーリング則に良く対応した．

次に，この地震のインバージョン解析で得られた震源モデルの応力分布や経験的グリーン関数(EGF)法による解析結果（倉橋・他，2017）などをもとに動力学シミュレーションを行った．広域応力場はUrata et al (2017)などを参考に，σ_1=100 MPa，σ_3=50 MPaとした．断層面上の応力降下量分布は，インバージョン解析で得られたすべり量分布からOkada (1992)の方法で静的応力降下量分布を計算し，アスペリティやHRAで平均したものをパッチとして与えたモデル，すなわち応力降下量分布を特性化して設定した．設定した静的応力降下量は，それぞれアスペリティモデルでは3.9 MPa, HRAモデルでは4.9 MPa，背景領域は両者とも1.0 MPaである．破壊強度の設定は，設定した応力降下量をもとに，EGFによるSMGAの応力パラメータを実効応力とみなして，実行応力=破壊強度+静的応力降下量となるよう設定した．臨界すべり量Dcは，既往研究を参考にしたほか，KMMH14においてDc’’(Fukuyama and Mikumo, 2007)を求めたところ15 cm程度であったこと，予備検討の結果などから，ここでは断層面全体で10 cmとした．シミュレーションは差分法で行い，格子間隔は50 m×50 m，時間間隔は0.004秒として8秒間分を計算した．破壊が断層面全体に伝わるよう，実効応力がHRAのモデルでは6.3 MPaに，アスペリティでは5.1 MPaとなるよう破壊強度を調整した（両者で実効応力が異なるのは，背景領域の応力降下量が面積の違いにより異なるため，図左下）．シミュレーションの結果は，運動学的震源モデルのモーメントや滑り分布（アスペリティやHRAで0.6 m程度）を良く再現するものが得られた（図右）．ただし，アスペリティ上端部でのすべり量がやや小さいこと，アスペリティやHRAの上

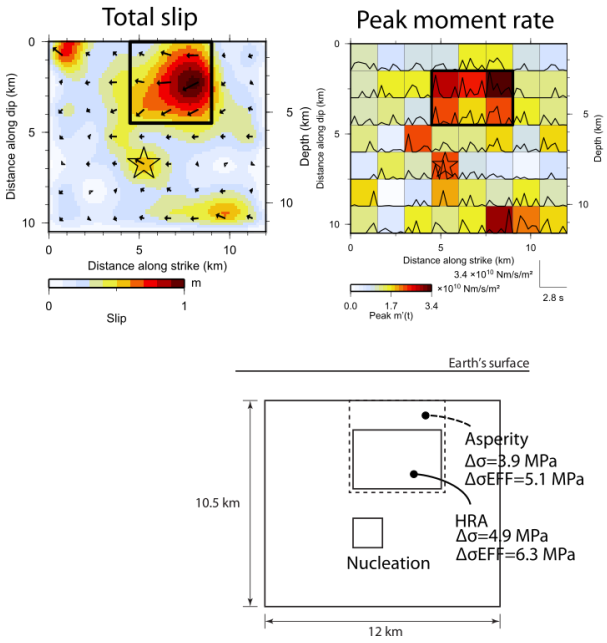
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

端で大きなすべり速度のパルスが現れることがあること，断層面上の一部でスーパーシア破壊（S波速度を超える破壊伝播速度の破壊）が見られること，といった課題が残った．臨界すべり量など，さらに動力学パラメータの検討を進める必要があると考えられる．

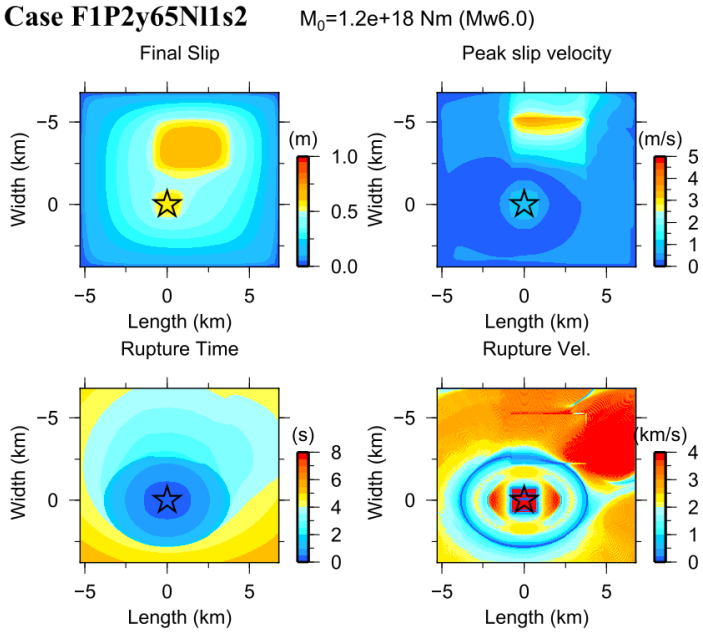
謝辞　防災科学技術研究所K-NET, KiK-net, 気象庁震度計，御船町の記録を使った．震源位置は産業技術総合研究所内出崇彦博士に提供いただいた．この研究の一部は原子力規制庁「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（内陸型地震による地震動の評価手法の検討）事業」の成果である．

キーワード：2016年熊本地震、震源過程、動力学シミュレーション
Keywords: 2016 Kumamoto earthquake, source process, dynamic simulation

Kinematic model



Dynamic simulation



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

曲面断層を考慮した2003年宮城県北部の地震（M_{JMA}6.4）の震源破壊過程と強震動生成域

Source rupture process and strong motion generation area assuming the curved fault model for the 2003 northern Miyagi prefecture earthquake

*染井 一寛[1]、宮腰 研[1]、郭 雨佳[1]
*Kazuhiro Somei[1], Ken Miyakoshi[1], Yujia Guo[1]

1. 一般財団法人地域地盤環境研究所
1. Geo-Research Institute

2003年7月26日宮城県北部で発生した逆断層型の内陸地殻内地震（M_{JMA}6.4）では，2枚断層セグメントを設定した強震波形インバージョンによって断層面上のすべり分布が推定され（例えば，Hikima and Koketsu, 2004），北側の断層セグメントの浅部（上端深さ0.59 km）に1 m程度の大きなすべりが生じたことが報告されている．一方で，この地震後に実施された現地調査では，震源域周辺において明瞭な地表地震断層は見つかっていない（例えば，今泉・他, 2003）．上述した浅部の大きなすべりは，北側の断層セグメントの南端付近に集中しているため，再決定余震分布（Okada et al., 2003）によって指摘されているような屈曲部を考慮した断層面を設定することは，より現実に近いすべり分布を得るために重要であると考えられる．本研究では，曲面断層を考慮した震源インバージョンを実施し，さらに広帯域地震動シミュレーションから強震動生成域（SMGA；Miyake et al., 2003）を推定することで，本地震の詳細な震源破壊過程と強震動生成過程を考察した．

まず，K-NET，KiK-net，気象庁の各観測点で記録された強震波形（0.1-1.0 Hz）を用いたマルチタイムウィンドウ線形波形インバージョンにより断層面上での震源破壊過程を推定した．仮定した曲面断層モデルは，上述した再決定余震分布や周辺の地質構造を参考にして，Hikima and Koketsu (2004) による2つの平面断層セグメント（北側セグメントと南側セグメント）と，その間を滑らかな曲面で接続する遷移セグメントの計3セグメントで構成した．断層モデルの長さ，幅，最浅部の深さは，それぞれ20 km，11 km，0.59 kmとした．この曲線断層モデルを，1.0×1.0 kmの220の小断層によって分割し，各小断層の中心にライズタイム1.0秒の平滑化傾斜関数のタイムウィンドウを0.5秒間隔で6つ設定することですべり時間関数を表現した．第一タイムウィンドウの破壊伝播速度は，波形残差から最適な2.8 km/sとした．理論グリーン関数は，1次元速度構造モデルから離散化波数法（Bouchon, 1981）と反射透過係数行列法（Kennett and Kerry, 1979）によって計算した．各観測点の速度構造モデルは微動アレイ探査によって構築されたモデル（染井・他, 2018）或いはレシーバー関数法によって推定されたモデル（Petukhin・宮腰, 2006）を使用した．

次に，経験的グリーン関数法（Irikura, 1986）を用いた0.3-10 Hzの広帯域地震動シミュレーションに基づいてSMGAをモデル化した．2つのSMGAの破壊開始点と破壊開始時間は，複数の観測波形の2つの波形パケットのS波走時から予め決定した．スケーリングパラメタのNとCの値は観測震源スペクトル比から推定した．SMGAの面積，破壊速度，ライズタイム，SMGA内の相対的な破壊開始点位置といった最適なパラメタセットは，波形残差関数を最小とするようグリッドサーチによって決定した．

震源インバージョンとSMGAモデリングから得られた主要な結論は以下の通りである．１）最大すべり量0.93 mの大きなすべりは震源から北側の遷移セグメントに集中した．抽出されたアスペリティ領域（Somerville et al., 1999）の大きさは35 km^{2}でその上端は3.07 kmであった．これはHikima and Koketsu (2004)のアスペリティ上端（0.59 km）よりも深い．また，面積は既往のスケーリング則（Somerville et al.,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1999）と比較して平均的であった．２）すべり速度が大きいHRA領域（吉田・宮腰, 2013）の大きさは29 km^2で，アスペリティ領域の端部に抽出された．３）SMGAはHRAに近い位置に推定され，24 km^2の大きさの2つのSMGAから生成された合成地震動は広帯域で観測地震動をよく再現した．４）2つのSMGAの応力降下量は13.7 MPaであり，これは日本国内の過去の内陸地殻内地震に対して得られているSMGAの応力降下量と比して平均的な値である．

謝辞：本研究は，平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（内陸型地震による地震動の評価手法の検討）業務による成果の一部である．

キーワード：2003年宮城県北部の地震、曲面断層、震源インバージョン、強震動生成域、経験的グリーン関数法
Keywords: The 2003 northern Miyagi prefecture earthquake, Curved fault, Source inversion, Strong motion generation area, Empirical Green’s function method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強震動記録を用いた2018年島根県西部の地震（Mw5.6）の震源破壊過程の推定

Estimation of source rupture process during the 2018 Shimane-ken seibu earthquake using strong motion data

*倉橋 奨[1]、宮腰 研[2]
*Susumu Kurahashi[1], Ken Miyakoshi[2]

1. 愛知工業大学、2. 地域地盤環境研究所
1. Aichi Institute of Technology, 2. Geo-Research Institute

1.はじめに

2018年4月9日1時32分，島根県西部の地震（Mw5.6）が発生した．この地震の最大震度は5強で，PGAは564galであった．本研究では，比較的大きな加速度や震度が観測されたこの地震の強震動を説明するため，波形インバージョンにより震源破壊過程を評価した．

２．波形インバージョンによる破壊領域の推定

本研究では，マルチタイムウインドウ線形波形インバージョン法（Sekiguchi et al., 2000）に基づき震源破壊過程について時空間的にすべり量分布を構築した．解析に用いるデータは速度波形のS波部分とし，震央距離約40km以内の13観測点（K-NET，KiK-net）の記録を用いた．グリーン関数は，1次元地下構造モデルを仮定して離散化波数法（Bouchone, 1981）および反射・透過係数行列法(Keneett and Lerry,1979)を用いて計算した．断層モデルは，余震分布とF-netのCMT解を参考にして走向330度，傾斜角84度とした．

解析は，2段階に分けて行った．１段階目は0.1～0.5Hzを対象として，主に破壊領域の推定に注目して解析を行い，2段階目は0.1～1.0Hzを対象として，アスペリティの抽出に注目して解析を行った．

1段階目では，断層面の長さと幅はともに12km，小断層サイズは2.0km四方に設定した．すべり速度の基底関数は，ライズタイム1.0秒のsmoothed ramp関数を0.5秒間隔で3個配置した．

解析の結果，明瞭なパルスが見られる震源近傍の観測点SMN006の観測波形も含めて，遠くの観測点もおおむね再現されていることを確認した．得られたすべり量分布を，Somerville et al. (1999)の規範に基づきトリミングをした結果，トリミングが可能であり，10.5km×12kmの断層破壊領域が得られた．入倉・三宅（2001）の地震モーメントと破壊面積との既往のスケーリングと比較したところ，本地震の破壊面積はスケーリングの値の約３倍程度大きかった．地震モーメント，面積，破壊速度，平均すべり量はそれぞれ，$4.67*10^{17}$Nm，126km^{2,} 2.7km/s，0.11mと推定された．

３．波形インバージョンによるアスペリティの抽出

2段階目として，0.1～1.0Hzを対象として主にアスペリティの抽出に注目して解析を行った．断層面の大きさは１段階目と同じ設定で，小断層サイズは1.5km四方とした．すべり速度の基底関数は，ライズタイム0.6秒のsmoothed ramp関数を0.3秒間隔で6個配置した．なお，破壊速度は2.7km/sに固定した．

その結果，破壊開始点およびその浅部付近にすべり量の大きい領域が存在することがわかった．このすべり量分布より，アスペリティとHigh Rate Area(HRA)を，それぞれSomerville et al.(1999)と吉田ほか（2015）の方法により抽出した．HRAは，ピークモーメントレートの場所を抽出した領域で，強震動の生成の場所と関係があると指摘されている（吉田ほか，2015）．本研究で抽出したアスペリティとHRAは，同じ場所と面積と推定された．一方で，既往のスケーリング則と比較するとそれよりも大きく評価された．地震モーメント，破壊速度はそれぞれ$2.23*10^{17}$Nm，最大すべり量は0.65ｍと推定された．スケーリング則におけるMw6クラスの結果は，その他の地震でもばらつきが大きく，同規模の地震の結果を含め，継続的な検討が必要であると考えられる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

４．まとめ

本研究では，2018年島根県西部の地震（Mw5.6）における震源破壊過程の構築を試みた．アスペリティとHRAはほぼ同じ面積で同じ場所であることを確認した．一方で，既往のスケーリング則と比較すると，過大評価となった．Mw6クラス地震については，今後，継続的な検討が必要と考えられる．

謝辞：本研究は，原子力規制庁の委託研究「平成30年度原子力施設等防災対策等委託費（内陸型地震による地震動の評価手法の検討）事業」の一部として実施しました．独立行政法人 防災科学技術研究所
K-NET，KiK-netの観測記録を使用しました．記して感謝します．

キーワード：2018年島根県西部の地震、震源破壊過程、強震動
Keywords: The 2018 Shimane-ken seibu earthquake, source rupture process, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震源近傍の強震記録に基づくM6クラスの地震のSMGAの推定－2011年茨城県北部の地震（M6.1）を対象として－
An estimation of SMGA of M6 class earthquakes based on strong motion records near the source regions

*元木 健太郎[1]、加藤 研一[1]、塩田 哲生[2]
*Kentaro Motoki[1], Kenichi Kato[1], Tetsuo Shiota[2]

1. 小堀鐸二研究所、2. 四国電力
1. Kobori Research Complex, 2. Shikoku Electric Power Company

１．はじめに

K-NET、KiK-netなどの高密度な地震観測によって、M6クラスでも1Gを超える大振幅の地震動が近年観測されるようになった。大振幅が発生した要因として、例えば2004年北海道留萌支庁南部で発生した地震（M6.1）では、強震観測点近傍の2つのSMGAが地震動に支配的であることが示された（Maeda and Sasatani, 2008、元木・他、2015）。活断層が認められていない地域で発生する規模の小さい地震は、強震動予測時に用いる断層モデルを設定しにくい。この種の地震に対し、大振幅の地震動を引き起こすSMGAの応力降下量や面積などの情報を蓄積していくことは、地震動レベルの設定に有用な情報を与えると考えられる。本報告では、2011年茨城県北部の地震（KiK-net高萩IBRH13の地表で1026cm/s^{2}を観測）を対象として、SMGAの逆解析を行った。

２．解析方法とデータについて

震源断層モデルは経験的グリーン関数法（EGF）を用いた逆解析によって同定する。未知数は、SMGA破壊開始点の位置、応力降下量比c、重ねあわせ数N、SMGAのサイズ、SMGA内の破壊伝播速度、SMGAの破壊開始時刻、ライズタイム、破壊の揺らぎを与える乱数とした。SMGAの逆解析には非線形問題にも利用でき、初期値に依存しないハイブリッドヒューリスティック法（山中、2007）を用いた。

解析に使用した観測点は非線形の影響が小さいと考えられる観測点を選定する。まず、KiK-net地中観測点のうち、震源近傍の2点IBRH13、IBRH14（十王）を選定した。SMGAの同定には震源断層を囲むような配置が望ましく、KiK-netのみでは観測点が不足する。そこでK-NETの観測点から野口・笹谷（2012）によるDNLを用いて、非線形の影響が小さいIBR001（大子）とFKS014（矢祭）の2点も選定した。

要素地震は震源断層付近で発生している地震の中から、IBRH13の本震記録と波形形状が近い7地震を選定し、それぞれの地震に対し逆解析を実施することとした。

３．SMGAの同定

要素地震の候補となる小地震のfcは、本震との震源スペクトル比を求め、ω^{-2}モデルを仮定して記録に適合するように遺伝的アルゴリズムで同定した。探索範囲の設定には既往の震源モデル（JMA, 2017）や小地震と本震の震源スペクトル比から予想されるcやNを参考にしながら設定した。このとき、M_0はF-netによる値を、短周期レベルAは震源スペクトル比から求められた値を超えないように条件を設定した。同定に用いる誤差関数には、加速度包絡形、変位波形、およびフーリエ振幅とした。

一つのSMGAを仮定して震源近傍の地震動を説明するSMGAを推定した。推定されたSMGA位置は既往の震

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

源インバージョンの結果（気象庁、2017や引間、2017）のすべりが大きい場所とよく対応している。SMGAは、全体のM_0の約1/3、短周期レベルAが約2/3と推定された。IBRH13を除く3点を用いた同定も実施した。その結果、SMGAの位置についてはばらつきが見られたが、他のパラメータは4点を用いた結果と概ね対応することを確認した。

さらに推定したSMGAが震源近傍の地震動を再現するかを確認するため、IBRH13の地中観測点を対象として、波数積分法（Hisada and Bielak, 2003）を用いシミュレーションを行った。解析に用いる地下構造モデルは、PS検層の情報がある深さまではその情報を用い、それ以深についてはJ-SHISのモデルを参照した。すべり角はG-CMT解やJMA初動解を参照して、-70度と設定し、ライズタイムは試行錯誤的に求めた。シミュレーション結果は観測記録に見られるパルス波や応答スペクトルを再現する結果が得られた。ここで推定したSMGAを用いると、理論に基づくグリーン関数からも観測記録を再現できることを確認した。

４．既往研究との比較

本検討で推定したSMGAの面積と、Miyake et al.(2003)によるM_0-S_{SMGA}の関係と比較する。本検討結果は既往研究によるSMGAの面積よりも小さい。乱数の異なる解もMiyake et al.(2003)の関係よりも全て小さい結果となった。両者の違いを考察すると、一つはモデル化の考え方の違いによると考えられる。本検討のSMGAは前述の通り全体のM_0の約1/3、Aの約半分を負担している。一方、Miyake et al.(2003)のSMGAは本震のM_0、Aの全てをSMGAに負担するように設定しており、その違いが表れている可能性がある。このことを確かめるため、他の地震も検討しデータを蓄積していくことが重要であると考え、2013年栃木県北部の地震を対象とした解析も予定している。

キーワード：強震動生成域、M6級地震、逆解析、経験的グリーン関数法
Keywords: Strong motion generation area, M6 class earthquake, Inversion, Empirical Green's function method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表および潜在断層地震における国内の内陸地殻内地震の短周期レベルのスケーリング則の違い

Difference in short-period level between the surface and buried fault rupture crustal earthquake in Japan

*吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]、野口 竜也[1]
*Shohei Yoshida[1], Takao Kagawa[1], Tatsuya Noguchi[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Tottori University

内陸地殻内地震における地表地震断層の有無は周期1.0秒以下の短周期帯域の地震動に影響を与えることが既往研究から知られている(Somerville, 2003)．具体的に地表断層地震を生じない地震（潜在断層地震）の短周期帯域の地震動は，地表断層地震を生じた地震（地表断層地震）のものより1.5から2.0倍程度大きくなることが報告されている．Kagawa *et al.* (2004) は上述の地震動特性の違いが震源特性に起因していると考え，震源インバージョンよる不均質すべり量分布の特性化から主たる要因を浅部および深部地殻（境界を深さ5km）の震源特性の違い（最大すべり速度，応力降下量等）と結論付けている．

地震調査研究推進本部による強震動予測手法レシピの微視的断層パラメーターのひとつに短周期レベルがある．短周期レベルは加速度震源スペクトルのコーナー周期より短周期側のフラットレベルであり，短周期帯域の強震動生成を決める重要な震源パラメーターである．地表および潜在断層地震における地震動特性の違いから，短周期帯域の地震動生成に影響する短周期レベルは地表地震断層の有無で違いが生じることが推測される．本研究では国内の内陸地殻内地震を対象として，経験的グリーン関数法により構築された特性化震源モデルから評価される短周期レベルと地震モーメントの関係から地表および潜在断層地震を考慮したスケーリング則について考察した．

参考文献
Somerville, P. G.(2003) : Physics of the Earth and Planetary Interior, 137, pp.201-212.
Kagawa et al.(2004) : Earth planet and space, 56, 3-14.

キーワード：内陸地殻内地震、地表地震断層、震源特性、短周期レベル
Keywords: Inand crustal earthquake, Surface fault rupture, Seismic source characteristics, Short-period level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その１：地震動予測式の選定）

Probabilistic seismic hazard assessment of response spectra for whole Japan (part 1: Selection of ground motion prediction equations)

*森川 信之[1]、宮腰 淳一[2]、藤原 広行[1]
*Nobuyuki Morikawa[1], Junichi Miyakoshi[2], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所、2. 大崎総合研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Ohsaki Research Institute, Inc.

地震調査研究推進本部より公表されている全国地震動予測地図のうち、確率論的地震動予測地図では、震度または最大速度で表現されている。一方、地震リスク評価や工学分野においては、応答スペクトルの地震ハザード評価が有益である。本検討では、日本全国を対象とした全国地震動予測地図の地震活動モデルによる応答スペクトルの地震ハザード評価を試みる。本稿では、地震ハザード評価に用いる地震動予測式の選定について述べ、次報（その２）において評価結果を示す。

Douglas (2019) では、1973年以後に発表された290の地震動スペクトルの予測式が整理されているが、そのうち主に日本の観測記録から求められたものは約50ある。2003年十勝沖地震は高密度強震観測網（K-NET、KiK-net）で記録が得られた世界でも初めてのマグニチュード8クラスの地震であり、地震ハザードに対する海溝型巨大地震の影響が大きい日本において当該地震の記録を用いた地震動予測式を用いることは重要である。本検討ではやや短周期成分を主としつつもある程度広い周期帯域について工学的基盤上で評価を行う。また、日本全国を対象とすることを踏まえて、以下の条件を満たす式を選定する。

a. 査読付き論文として発表されている。
b. 主に日本の観測記録が用いられており、2003年十勝沖地震の記録を含む。
c. 最大加速度および周期0.1～5秒を含み、工学的基盤上で評価できる。
d. 地震タイプ（地殻内地震、海溝型プレート間地震、海溝型プレート内地震）の震源特性や伝播経路特性の違いを考慮できる。
e. 異常震域がモデル化されている
f. 特定の地域のみを対象としていない。
g. マグニチュード9クラスの地震のデータも用いられている。

その結果、Morikawa and Fujiwara (2013) およびZhao et al. (2016a, b, c)による二組の式が選定された。ただし、g.の条件に関しては、いずれの式も東北地方太平洋沖地震のみの記録から求められているため、南海トラフ地震への適用性などに関しては不確実さが大きいと言わざるを得ない。そこで、不確実さを考慮するためにその他の条件を満たす式の中から最新のGoda and Atkinson (2009) の式も追加することとした。

これらの式による地震動を比較すると、データが豊富なマグニチュード5～6、断層最短距離50～100kmについては差が小さいものの、データが少ない震源近傍や巨大地震では差が大きい。しかしながら、データセットはそれぞれの研究者で作成されている。その結果、

・観測波形データのフィルター処理などの方法、水平動最大振幅の定義が異なる。
・同一の地震であってもマグニチュードや震源断層モデルの設定が異なる。
・地盤増幅に関する指標が地盤種別や平均S波速度など様々であり統一されていない。

という状況にあり、厳密に同一条件での比較ができない。このことはここで選定された3つの式に限定されるものでなく、同一のデータセットから求められた式が存在しない日本の予測式すべてに共通する問題である。観測記録のきわめて少ない超巨大地震や震源断層ごく近傍などを対象に含む地震ハザード評価を行う際には、認識論的不確定性を考慮して複数の地震動予測式を用いることが必要である。特定地点を対象とした地震ハザード評価を行う場合には、観測記録との整合性に基づいて重み付けを行という考えもある。ただし、その

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

整合性を評価するためには同一条件で比較できる統一基準のデータセットを構築するとともにそれに基づいて導出された地震動予測式を用いることが必要となる。

キーワード：地震ハザード評価、応答スペクトル、最大加速度、地震動予測式
Keywords: Seismic hazard assessment, Response spectra, Peak acceleration, Ground motion prediction equation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本全国を対象とした応答スペクトルの確率論的地震動ハザード評価（その２：地震動ハザード評価）

Probabilistic seismic hazard assessment of response spectra for whole Japan (part 2: Probabilistic seismic hazard assessment)

*宮腰 淳一[1]、森井 雄史[1]、森川 信之[2]、藤原 広行[2]
*Junichi Miyakoshi[1], Takeshi Morii[1], Nobuyuki Morikawa[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 大崎総合研究所、2. 防災科学技術研究所
1. Ohsaki Research Institute, Inc., 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

地震調査研究推進本部より公表されている全国地震動予測地図のうち、確率論的地震動予測地図では、震度または最大速度で表現されている。一方、地震リスク評価や工学分野においては、応答スペクトルの地震ハザード評価が有益である。本検討では、日本全国を対象とした全国地震動予測地図の地震活動モデルによる応答スペクトルの地震ハザード評価を試みる。本稿では、（その１）において選定した地震動予測式を用いて、応答スペクトルの地震ハザード評価結果を示す。

応答スペクトルの地震動予測式としては、Morikawa and Fujiwara (2013)（MF13）、Goda and Atkinson (2009)（GA09）、Zhao et al. (2016)（ZA16）の3つの式を用いる。また、地震動の評価位置は工学的基盤とする。具体的には、MF13およびGA09はAVS30=400m/s、ZA16はSC Iとする。複数の地震動予測式を用いる理由として、日本全国を対象とした地震動ハザードを評価する場合、現状では全国標準版の地震動予測式を一つに限定するのは難しく、ロジックツリーの一つの分岐として複数の地震動予測式を選択する可能性があるためである。

本論文では、応答スペクトルの地震動ハザードとして、周期に対する応答値のハザードカーブに基づいて、同一の超過確率となる応答値を周期を横軸にしてつないだ一様ハザードスペクトルを計算する。具体的には、確率論的地震動予測地図2018年版の地震活動モデルの「平均ケース」を用いて、6地点（札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、福岡）の一様ハザードスペクトルを計算する。なお、東京は都庁、その他は各市役所位置である。ばらつき（標準偏差）の値は確率論的地震動予測地図2018年版と同じ値とする。

結果の一例として、MF13式による札幌と東京での50年超過確率39%、10%、5%、2%のすべての地震に対する一様ハザードスペクトルと、50年超過確率10%における周期別の地震カテゴリーの影響度を示す。地震カテゴリーは、石川・他(2008)および地震調査委員会(2009)に基づいて、地震カテゴリーⅠを海溝型巨大地震、地震カテゴリーⅡを海溝型震源不特定地震、地震カテゴリーⅢを陸域浅部地震とする。図より、一様ハザードスペクトルでは、札幌と東京の地震動ハザードレベルの違いが確認できる。地震カテゴリーの影響度に対しては、札幌では、短周期帯域で地震カテゴリーⅢが支配的であるが、長周期帯域になるにつれて地震カテゴリーⅡや地震カテゴリーⅠの影響が増大する。一方、東京では、地震カテゴリーⅡが支配的であり、長周期帯域に対しては地震カテゴリーⅡだけでなく、地震カテゴリーⅠの影響も大きくなる。このように、確率論的地震動予測地図2018年版の地震活動モデルを活用することで、地域の地震動ハザードの違いを周期帯ごとに把握することが可能となる。図には示していないが、地震動予測式による違いも考察している。また、世界の地震動ハザードで標準的に作成されている最大加速度の地震動ハザードも、今回の検討に用いた地震動予測式を用いて作成する。

キーワード：地震ハザード評価、応答スペクトル、最大加速度、地震動予測式
Keywords: Seismic hazard assessment, Response spectra, Peak acceleration, Ground motion prediction equation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年大阪府北部地震による富士川河口断層帯周辺地域における長周期地震動のシミュレーション
Simulation of Long-period Ground Motion around The Fujikawa-kako Fault Zone during the 2018 Northern Osaka Earthquake

*橋本 整奈[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、是永 将宏[2]、津野 靖士[2]、三宅 弘恵[3]、先名 重樹[4]
*Seina Hashimoto[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Masahiro Korenaga[2], Seiji Tsuno[2], Hiroe Miyake[3], Shigeki Senna[4]

1. 東京工業大学　環境社会理工学院、2. 公益財団法人　鉄道総合技術研究所、3. 東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター/地震研究所、4. 防災科学技術研究所
1. Tokyo Institute of Technology School of Enviroment and Society, 2. Railway Technical Research Institute, 3. The University of Tokyo, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

概要

富士川河口断層帯は、駿河湾の駿河トラフとの関連が示唆される活断層であり、活動間隔は、一般の内陸活断層に比べ相対的に短い断層である。さらに、この断層帯の上には首都圏と中京圏を結ぶ交通網の大動脈が通っている。この地域での強震動予測の高精度化は地震防災の観点から重要である。本研究では、2018年4月より新たに富士宮市及び富士市に強震観測点を設置し中小地震による強震観測記録を取得している。この地域では観測点で得られたデータの中で、2018年大阪府北部地震の記録では、揺れの継続時間が2分近くと長く、長周期成分が卓越していたことがわかった。次に、J-SHISの深部地盤構造モデルを用いて大阪府北部地震での地震動シミュレーションを行った。また、気象庁のCMT解を参考に点震源モデルを仮定した。まず、岩盤サイト(YMNH10)における波形を検討すると、計算波形は観測波形における波形の特徴を後続波までよくとらえていた。また、観測波形、計算波形ともに確認することができた波形群としては、S波が到達した後少し遅れて到達する南北の波面を持つ表面波、またその後に続く後続波は地震基盤の深さが急に深くなる山梨県南西部から到達する表面波であることがスナップショットの結果から明らかとなった。一方で、静岡市周辺の観測点では3-20秒の周期帯域で観測波形の再現性が劣ることがわかり、地下構造モデルには改善の余地があることが示された。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省による富士川河口断層帯における重点的な調査観測として実施された。

キーワード：富士川河口断層帯、大阪府北部地震、長周期地震動シミュレーション、強震観測
Keywords: The Fujikawa-kako Fault Zone , the 2018 Northern Osaka Earthquake, Simulation of Long-period Ground Motion , strong motion observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

コーダ規格化法を用いた茨城県周辺域のKiK-net観測点におけるサイト増幅特性の推定

Site amplification factors for KiK-net stations in and around Ibaraki Prefecture estimated by the coda normalization method

*河原 純[1]、中村 敬浩[1]、山田 卓司[1]
*Jun Kawahara[1], Takahiro Nakamura[1], Takuji Yamada[1]

1. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University

近地地震のコーダ波のエネルギーは、十分な時間が経過すると空間的にほぼ一様に分布することが経験的に知られている。コーダ規格化法はこの事実を前提として、コーダ波の記録から震源特性・伝播経路特性・サイト増幅特性を分離する手法である（Sato et al., 2012）。コーダ規格化法を用いて地震観測点におけるサイト増幅特性を推定した研究例は多い（例えば、Takahashi et al. 2005; Takemoto et al., 2012）。しかし、同一地域で発生する複数の地震による推定値のばらつきの大きさに注目した研究例は少ないように見える。

本研究では、茨城県周辺域のKiK-netの21観測点およびF-netのTSK（つくば）観測点の強震記録にコーダ規格化法を適用した。用いた地震は4.7≦Mw≦6.4の31個の近地地震であり、発生地域に応じて4グループに分類した。各地震に対して、震央距離100 km以内の観測点のうち、最も遠い点においてS波走時の2倍経過後の時刻から約10秒間の波形データを使用した。増幅率が小さいと期待されるTSKを基準点として、KiK-netの各観測点の相対的なサイト増幅特性を求めた。また4つの地震グループ毎に増幅率の幾何平均を求めた。

解析結果は以下の通りである。(1) 低周波（0.5～1Hz）での増幅率には、基盤深度および表層地質年代との相関が見られ、既往研究（例えば、Takemoto et al., 2012）と調和的であった。(2) 基盤が浅い北部地域では、周波数によらず、地震ごとの増幅率のばらつきは小さく、地震グループごとの幾何平均はおおむね一致した。(3) 基盤が深い南部地域では増幅率のばらつきが大きく、地震グループごとの幾何平均にも差が見られた。(4) 増幅率の幾何標準偏差と、基盤深度および表層地質年代との間にも相関が見られた。(5) 大部分の観測点において、増幅率と震央距離の間に明確な関係は見られず、全体としてはコーダ波エネルギーの空間一様性が成り立っているように見える。

謝辞
防災科学技術研究所のKiK-netとF-netの強震記録およびJ-SHISの基盤深度データを使用しました。

キーワード：サイト増幅特性、コーダ規格化法、茨城県
Keywords: site amplification factor, coda normalization method, Ibaraki Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年長野県北部の地震における堀之内地区の地震動レベルの推定
Estimation of earthquake ground level in Horinouchi area in the 2014 Northern Nagano earthquake

*河合 亮太[1]、山中 浩明[1]、地元 孝輔[1]、津野 靖士[2]、是永 将宏[2]
*RYOTA KAWAI[1], Hiroaki Yamanaka[1], Kosuke Chimoto[1], Seiji Tsuno[2], Masahiro Korenaga[2]

1. 東京工業大学環境・社会理工学院、2. 公益財団法人鉄道総合技術研究所
1. Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering,Tokyo institute of Technology, 2. Railway Technical Research Institute

2014年11月22日に長野県北部でMj6.7の地震が発生した。最大震度6弱の揺れを小谷村や小川村で観測したが、甚大な建物被害はこれらの地域ではなく、白馬村の堀之内・三日市場地区に集中した。汐満・他(2016)は、被害が局所的に集中していた理由として、建物被害に大きな影響を与えると考えられている、周期1-1.5秒の成分が卓越した可能性を指摘している。また、笠松・他(2016)によると、墓石転倒率から、堀之内・三日市場地区の震度は震度7相当であったとしている。一方で、日本地震工学会の調査団(2015)によれば、被害地域には1階に柱や壁の少ない建物が多かったことを報告している。このことから、被害建物の耐震性の低さによって局所的な被害が起きたとも考えられる。しかし、この地区では、本震の地震記録は得られておらず、定量的に被害原因を明らかにする議論は行われていない。そこで、本研究では、本震時に同地区の地震動レベルがどの程度であったかを推定することを目的とした。

本震発生後に、地元・他(2015)によって、堀之内・三日市場地区周辺で余震観測が行われている。本研究では、それらの記録と周辺の強震観測点と震度計などによる地震記録を用いてスペクトルインバージョンを行った。スペクトルインバージョンは、地震記録のS波部分から震源特性・地盤増幅特性・伝播経路特性を分離する手法である(岩田・入倉,1986)。解析に用いた地震記録は、余震記録を含めたMj2.4からMj5.8の59地震と、本震の計60地震である。本震時のような規模の大きな地震では、軟弱な一部の地盤が非線形挙動を起こす。そのため、スペクトルインバージョンでの記録の選別には、次の3つの条件を設定した。

1)本震以外の地震記録では、PGAが100gal以下の地震記録を用いること、

2)本震時、PGAが100gal以下の地震記録では弱震時の地盤増幅特性と一致していること、

3) 本震時、PGAが100gal以上の地震記録では弱震時の地盤増幅特性と異なること。

これらの条件により、本震時にPGA100gal以上を記録した観測点で、弱震時と本震時のそれぞれの地盤増幅特性を推定している。

本震時の地盤増幅特性を推定した観測点において、弱震時と本震時の地盤増幅特性の関係を調べた。これらの地盤増幅特性の違いは、地盤の非線形などによるものだと考えられる。そこで、本研究では、本震時の地盤増幅特性を弱震時のそれで除したものをRaと定義した。このRaと本研究で実施した微動探査によるS波速度構造の関係を検討すると、本震時にPGA400gal以上の観測点では、深さ10mまでの平均S波速度(以下Vs10)が同程度であれば、Raも類似した形状を持つことが分かった。堀之内地区でのVs10は165m/sであり、小川村のVs10の151m/sと同程度である。そのため、堀之内地区の非線形特性Raは小川村のものと同程度であると考えられる。

スペクトルインバージョンにより分離した、本震の震源特性と伝播経路の減衰特性の積により、本震の地震

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

基盤でのスペクトルを算出した。また、堀之内地区の弱震時の地盤増幅特性に、上述の小川村の非線形特性Raをかけることで、本震時の堀之内地区での地盤増幅特性を推定した。これらの掛け合わせによって、堀之内地区における本震の地震動スペクトルレベルを推定した。

その結果、推定した地震動レベルは、周辺の強震観測点と比べ、木造家屋に影響の大きな周期1-1.5秒で2倍程度の強さであったことがわかり、震度6強に相当すると考えられることがわかった。一方で、中越地震や熊本地震において、木造建物に甚大な被害を及ぼした地域の強震観測点での強震動スペクトルと比較すると、本研究の推定結果は周期1-1.5秒で、それらの1/4から1/2程度の強さであった。

以上の検討により、堀之内地区での局所的な木造家屋被害は、周辺の観測点と比べて、周期1-1.5秒の成分がやや大きかったこと、同地区の建物の耐震性の低さの両者が重なり起きた被害であることがわかった。

キーワード：スペクトルインバージョン、２０１４年長野県北部の地震、非線形地盤増幅特性、建物被害
Keywords: Spectral inversion technique, 2014 Northern Nagano earthquake, Nonlinear site effect, Building damage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ground type classification for strong ground motion prediction based on characteristics of phase-velocity curves from microtremor explorations

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、松山 尚典[2]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、藤原 広行[2]
*Atsushi Wakai[1], Shigeki Senna[1], Hisanori Matsuyama[2], Yatagai Atsushi[2], Yoshiaki Inagaki[2], Hiroyuki Fujiwara[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 応用地質
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. OYO Corporation

For the purpose of strong ground motion evaluation and prediction, subsurface velocity structures in sedimentary layers have ever been modeled and sophisticated for Kanto, Tokai and Kumamoto region in the national investigation conducted by SIP (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program) of Council for Science, Technology and innovation.

There, spatially dense array-microtremor explorations also have been conducted at more than 27,500 sites in the regions, as of February 2019. They consist of miniature and irregular array measurements made at interval of about 1 km and standard-sized array ones made at interval of about 5 km. As a result, shallow S-wave velocity structures were modeled in detail, which can affect ground amplification, building and human damage.

In this study, regarding characteristics of phase-velocity (hereinafter called Pv) curves from array microtremor explorations, it was attempted to investigate relationships with geomorphologic land classification [Wakamatsu et al., 2013] and geological constitution of ground.

Pv curves can be usually obtained 2Hz to 30Hz in frequency from miniature and irregular array microtremor explorations. In general, Pv in higher frequency corresponds to velocity structures in the depth of a few of meters to 10 meters and that in lower frequency corresponds to those in the depth of dozens of meters below ground surface. Here, Pv at wave length of 40 meters or C40 [Konno et al., 2000] was extracted and made use of at each microtremor measurement site. C40 can be regarded as AVS30.

As a result, useful information was able to be acquired to model subsurface velocity structures in addition to new knowledge which was not able to be obtained from only bore-hole exploration data. Also, C40s vary due to different-sized plains and different sedimentary environment despite the same geomorphologic land classification. This presentation will report the results in detail.

キーワード：地盤の類型化、位相速度曲線、微動探査、強震動
Keywords: Ground type classification, phase-velocity curve, microtremor exploration, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震被害推定のための地盤モデルの構築
Establishment of the Underground Structure Model for Seismic Damage Estimation

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]、藤原 広行[1]
*Shigeki Senna[1], Atsushi Wakai[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1．はじめに

我々は，リアルタイム被害推定用の地盤モデルの構築のため，広帯域の地震動特性を評価できるような，特に浅部と深部地盤の両方に影響のある周期付近（0.5～2.0秒）を説明する上で重要となる，ボーリングデータおよび物性値データ（主に微動観測データ）を収集した上で，浅部・深部を接合した地盤モデルの検討を行ってきている．本研究においては，広域地下構造モデル（約250mメッシュ）の構築，さらに詳細化した詳細地盤モデル（約50mメッシュ）や，モデル化をサポートするための微動観測システムおよび地下構造情報管理システムを構築している．

(1) 地震被害推定のための広域地盤モデルの構築
(2) 地盤の動的特性の把握と微動観測システムの開発
(3) 官民協働による詳細地盤モデルの構築手法の開発

以下，項目毎に簡単に内容を紹介する．

2. 地震被害推定のための広域地盤モデルの構築

広域地盤モデルの作成については，関東および東海地域全域について作成した．浅部地盤モデルは，主に防災科研でこれまでに収集した約44万本のボーリングデータを用いた．モデルの作成については，既往の自治体で作成された地盤モデル等を再整理し，統一的な地質・土質の層序整理作業による浅部地盤モデルの作成・修正を行い，初期浅部地盤モデルを構築した．この浅部地盤モデルと既往の深部地盤モデル（J-SHISモデル）を，PS検層や地質構造によって工学的基盤(Vs=300～700(m/s))を調整して接続し，初期の浅部・深部統合地盤モデルとした．また，地震動評価に必要不可欠なS波速度構造を3次元で検討するために，地震観測記録および常時微動観測データの収集をあらためて実施している．地震観測記録については，K-NET，KiK-net，気象庁，自治体（主に県の震度計データ(SK-NET)）の記録を使用した．常時微動観測については，「極小・不規則アレイ」と比較的大きなサイズの「大アレイ」の2種類を実施しており，K-NET，KiK-net，自治体の震度観測地点等（極小・不規則アレイ：約20,000地点，大アレイ：約800地点）でそれぞれ実施した．極小・不規則アレイの解析については，3章の「クラウド型微動観測システム」等を用いて，H/Vスペクトル比および位相速度を求め，分散曲線の深度変換(SPM)および逆解析(Arai and Tokimatsu(2004)等)を行ってS波速度構造を求めた．この結果，初期モデルのS波速度構造をチューニングした結果より、約250mメッシュ単位の地盤構造モデルから計算される各種増幅指標（最大速度増幅率，震度増分，周期毎の応答増幅倍率等）のマップを作成した．既往の地盤モデルと比較すると，広帯域全体の周期特性が改善されており，特に防災の観点で重要な周期1秒付近において結果が大幅に改善されていることが確認出来た．

3. 地盤の動的特性の把握と微動観測システムの開発

微動アレイ観測を大量に実施し，その解析結果までを円滑に管理するためには，観測データの取得から解析，結果の評価に至るまでの行程が少なくかつ簡単であることが必要である．この目的を達成するため，現場でのデータ整理から解析等（位置情報・写真情報・観測データ・時刻歴情報・解析結果等のデータ登録）の一

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

連の工程が簡単に行え，ヒューマンエラーが少なくなる仕組みを開発した．具体的には，地震計からPCやタブレット等の端末にデータを欠損なく, 品質管理された状態で送受信でき，後述するデータベースへ転送する「i微動」を構築した．また，高速に微動データを解析・品質管理する「クラウド解析システム」を構築した．また，クラウド解析では，入力されたデータについて詳細解析およびデータの品質管理を行う．本クラウドシステムを使えば，使わない場合に比べて，観測から解析結果に至までの工程が，10倍程度高速化している．

4. 官民協働による詳細地盤モデルの構築手法の開発

詳細地盤モデルは，自治体の地形・地盤情報（官・民ボーリングデータ・建築確認申請・地形情報・旧版地形図等）を活用した，不整形地盤・人工造成地等を考慮し，液状化や斜面災害の予測が可能なモデルの構築を目指している．現在，足立区や横浜市において，詳細モデルの構築を行っており，動的特性の検討を行っている．特に横浜市においては，大規模人工造成地が幅広く分布しているため，別途抽出方法を検討している．横浜市の人工造成地の検討では，国土地理院5mDEMデータを基に作成した斜度指標を用いて，微細な谷埋め盛土の分布を把握した． 最終的には，水系解析の結果抽出された水系に統計的なバッファを与えてモデル化した．大規模造成地の分布と調和的であり，さらに細かい造成地も抜き出せているように見える．

謝辞

本研究は，総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）によって実施されました．

キーワード：地下速度構造、ボーリング、微動アレイ、強震動
Keywords: subsurface velocity structure, bore-hole, array microtremor, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

近年の液状化被害を踏まえた液状化被害率の検討

Consideration of liquefaction damage rate based on liquefaction damage in recent years

*先名 重樹[1]、小澤 京子[1]
*Shigeki Senna[1], Ozawa Kyoko[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1.はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震では，東北地方から関東地方にかけての極めて広い地域で液状化が発生し[1)]，2016年熊本地震においても熊本市内や阿蘇市内において多数の液状化被害が確認された[2)]．筆者らは，これまでに，近年の液状化が発生した地震での液状化発生率を検討し，地震動の継続時間の影響で東北地方太平洋沖地震と他の地震での液状化発生率の違いを説明できることを示した[3)]．しかしながら，250mメッシュの微地形区分を基本とした既往の液状化しやすさに基づくグループ分けや，地域性考慮のための地域区分方法では，全国的な液状化ハザードマップの作成は難しく，まだ検討の余地が残っている。本研究では，地形および標高データ等を用いたより詳細な地域区分や微地形区分のグループ分け，および，液状化の面積率等の設定を行い，液状化発生率予測式の高精度化に関する検討を行った．また、建物被害の情報を収集し、液状化被害率の検討を行った.

2. 収集・整備したデータ

本検討のために収集した液状化地点データは，主に筆者らが現地調査および航空写真画像による2011年東北地方太平洋沖地震と2016年熊本地震の液状化地点の読み取り方法を参考に，地震発生直後の国土地理院等の高解像度画像から噴砂地点の再読み取りを行った．そのデータに基づき，これまで作成整備してきた約250mメッシュ単位のデータセットだけでなく，約50m,および約25mメッシュ単位の詳細なデータセットも作成した．さらに以下のデータも合わせて整備した.

① 10mDEMデータに基づく各メッシュサイズ（250m,50m,25m）の平均標高・平均勾配・比高データ.
② 土地利用区分データに基づく各メッシュサイズの地形区分データに基づいて，各データと液状化地点の関係性より，液状化発生率および面積率の検討を行った.
③ 東北地方太平洋沖地震および熊本地震における建物の傾斜・沈下量等の被害情報を収集し、発生率との関係を検討した。

3. 液状化発生率および面積率の検討

液状化発生率については，2011年東北地方太平洋沖地震と2016年熊本地震の液状化発生率のデータを合算し，微地形区分毎に計測震度と最大速度のフラジリティを，最小二乗法および最尤法にて計算した上で，微地形区分をグループ化するために，クラスター解析を行った．その結果，既往研究による液状化の発生しやすさに基づき分類された微地形グループ[4),5)]とは異なる，新たな4つのグループにまとめることが出来た.

また，各グループについては，各メッシュの平均標高，平均勾配，比高のデータ等との比較により，グループ細分化の可否について検討した．検討の結果，どの微地形区分においても液状化発生率は比高との相関性が極めて高く，前述の4つのグループをさらに細分化できる可能性が高いことが分かった．液状化面積率については，25mメッシュを最小単位として，メッシュ内に1か所でも噴砂があれば，そのメッシュ全体が液状化していると見なすこととした。面積率については，すべての微地形区分において計測震度や最大速度との間に明確な相関性が見られなかったため，微地形区分毎に面積率の平均値を算出した．本研究では，簡便のため，上記に示した液状化発生率と液状化面積率を掛けることで最終的な液状化発生率としてまとめた．ま

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

た、液状化による建物被害の傾斜と沈下量について、震度や最大速度と液状化発生率との関係を検討した.

4. まとめ（今後の予定）

本研究で検討した液状化発生率計算式（フラジリティー）は，今後，建物被害分布データとの比較等を行い，結果の妥当性を検証する予定である.

＜謝辞＞

解析の一部については、株式会社構造計画研究所の橋本光史氏、落合努氏にご協力いただいた。建物被害の情報については、潮来市、神栖市、千葉市、我孫子市、稲敷市、香取市、熊本市より提供いただいた。関係各位に謝意を表します。

＜参考文献＞

1.若松加寿江，先名重樹，小澤京子：2011年東北地方太平洋沖地震による液状化発生の特性、日本地震工学会論文集第17巻、第1号、 pp.43-62（2017.2）

2.若松加寿江，先名重樹，小澤京子：平成28年（2016年）熊本地震による液状化発生の特性、日本地震工学会論文集 第17巻、第4号、 pp.81-100 (2017.8）

3.先名重樹，松岡昌志，若松加寿，翠川三郎：液状化発生率におよぼす強震動の継続時間と地域性の影響、日本地震工学会論文集　第18巻、第２号、pp.82-pp.94(2018.5)

4.松岡昌志，若松加寿江，橋本光史：地形・地盤分類 250m メッシュマップに基づく液状化危険度の推定手法，日本地震工学会論文集，第11巻，第2号，pp.20-pp.39(2011.5).

5.損害保険料率算出機構：微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法に関する研究，地震保険研究，No15，(2008.6).

キーワード：液状化、強震動、建物被害

Keywords: liquefaction, strong motion, phase-velocity curves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MeSO-net観測点における地表地震記録の推定

Estimation of surface earthquake record at MeSO-NET observation points

*先名 重樹[1]、若井 淳[1]
*Shigeki Senna[1], Atsushi Wakai[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

1．はじめに

本研究では、MeSO-netの深さ20mに設置してある地中設置型地震計のデータから地表の揺れの様子を高精度に予測するために、各観測点での微動観測や地表における臨時観測を行うことにより、地盤増幅特性の評価や地盤のS波速度構造の推定を行う。そのための研究開発項目として、1．MeSO-net観測点における地表地震記録の取得と増幅特性の推定、2．微動アレイ観測とＳ波速度構造等の地盤物性値の推定、3．既往地盤情報等によるＳ波速度構造の精度検証と地表地震記録の推定、の3つの項目を実施することにより、MeSO-net観測地点の詳細な地盤増幅構造を、「マルチインテグレーションシステム」へ実装することを目的としている。以下に項目毎の取組みを紹介する。

2. MeSO-net観測点における地表地震記録の取得と増幅特性の推定

本項目では、MeSo-net観測点の地表における臨時地震観測による、観測点ごとの地中・地表間のスペクトル増幅率の推定を行うため、MeSO-net全観測点(297地点)で実施している。観測期間は1地点あたり2～3ヶ月とし、現時点(H30.12.9)で、60地点で観測を終了している。対象観測点ごとに、MeSO-net地震計と同じセンサを持つ地震計(白山工業社製JU310およびJU410)1台を使用した。地震計は固定板および防水容器に格納し、防水処理された電源ケーブルで接続した。それら全体をブルーシートで養生しロープで固定した。これを観測井近傍に設置してポールとチェーンで囲った。また、データ収録時のサンプリング周波数を200Hz、レンジをJU410については、±4.0G（JU310については±1.0G）とした。平成29～30年度に実施した地震観測地点において地表および地中で記録が得られた地震nにおいて、各地震観測地点における地中～地表の増幅特性を計算した。増幅特性は各観測地点における地中および地表で得られた地震波形からフーリエスペクトルを成分ごとに計算し、0.1～10Hzのバンドパスフィルターをかけ、対数ウィンドウで平滑化した上で、地中に対する地表の比をとった。結果として，比較的固いローム台地と軟弱な後背湿地や自然堤防の増幅特性の特徴の違いが明瞭となっている。特に、ローム台地の観測点については5～10Hzの短周期で増幅度が大きくなっており、MeSO-net地震計の深さ20mよりも浅い場所で地盤構造に変化があるものと考えられる。一方、後背湿地・自然堤防等の軟弱な地盤とされる地形では、1～2Hz付近で顕著な増幅を示す。

3. 微動アレイ観測とＳ波速度構造等の地盤物性値の推定

前節の地盤増幅特性を検証し、強震動時でも揺れを想定出来るようにするため、地下50ｍ程度のS波速度構造を求めるための微動アレイ観測を実施した。微動観測は、MeSO-net 地震計と同じセンサ特性を持つ3 成分地震計兼微動観測機器（JU410）を購入した。それらを用いて、対象となるMeSO-net観測点296地点の直上にて、微動アレイ観測を実施している。微動アレイは、アレイ半径60cmの4点極小アレイと１辺5～15m程度の3点不規則アレイを展開し、同時に15分間程度の観測を行った。データ収録時のサンプリング周波数は200Hz、レンジは±0.1Gとした。微動アレイ観測結果に対し、SPAC法およびCCA法を用いて位相速度解析を実施した。その上で、AVS30等の増幅特性の抽出(C40)、分散曲線の直接深度変換法(SPM)、逆解析等の逆解析手法を用いてS波速度構造等の地盤物性値を推定した。前節同様、比較的固いローム台地と軟弱な後背湿地の特徴の違いが明確になっている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4. まとめ

前節までに実施している地震観測と微動観測に基づき、今後、周期を考慮した地盤増幅率を検討するが、関東地域全域作成されている既往の地盤モデル（戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）のリアルタイム地震被害推定で実施している関東地域の浅部・深部統合地下構造モデル）や地質調査データを用いたS波速度構造モデルのさらなる高度化を行い、250mメッシュ間隔の精度の高い地震動の推定を行うことを目標とする。

＜参考文献＞

Aki, K.: Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bull. Earth. Res. Inst. Univ. Tokyo, 35, pp.415-457, 1957.

Cho, I., S. Senna, and H. Fujiwara: Miniature array analysis of microtremors, Geophysics, 78, KS13–KS23, doi:10.1190/geo2012-0248.1, 2013.

Arai, H., and K. Tokimatsu: S-Wave velocity profiling by inversion of microtremor H/V Spectrum, Bull. Seismol. Soc. Am., 94, pp.53-63, 2004.

Senna, S, Maeda T, Inagaki Y, Suzuki H, Matsuyama N, Fujiwara H. (2013). Modeling of the subsurface structure from the seismic bedrock to the ground surface for a broadband strong motion evaluation, Journal of Disaster research., Vol.8, No.5, pp.889-903.

キーワード：地震観測、微動、速度構造モデル
Keywords: earthquake observation, microtremor, subsurface velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微動アレイ探査における水平動成分を利用した位相速度推定手法によるラブ波抽出の可能性について一愛知県西尾市の場合
Possibility of estimating phase velocity of Love wave using Horizontal components in microtremor array surveys in the case of Nishio

*土田 琴世[1]、堀家 正則[1]、山田 浩二[1]、末廣 匡基[1]、吉田 沙由美[1]
*Kotoyo Tsuchida[1], Masanori Horike[1], Koji Yamada[1], Masaki Suehiro[1], Sayumi Yoshida[1]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ
1. HANSHIN CONSULTANTS COMPANY LIMITED

1) Introduction

The S wave velocity structure of sediments is the most important factor for amplification of earthquake motions. In recent years, microtremor array surveys have been popularized because the S wave velocity structures can be estimated by simple measurements and at a low cost. For example, Horike (1985) inferred the S wave velocity from f-k spectra estimated array microtremors and Aki (1957) and Okada (2003) also inferred them from the spatial autocorrelation functions (SPAC). These approaches use vertical microtremor array recordings and discard horizontal-component recordings. As is well known, the phase velocity of Rayleigh waves is influenced not only by the S-wave velocity structure but also by the P-wave velocity structure, while that of Love wave is influenced by the S-wave velocity structure alone. Therefore, it is expected that S wave velocity structure can be obtained clearly by estimating the velocity structure using the dispersion of the Love wave. Several approaches are developed for inference of the phase velocity of Love waves, for example f-k method by Tsuchida et al (2016), SPAC and CCA method by Tada et al (2010; using the microtremor array analysis tool "BIDO 2.0" software). The aim of this study is to compare the phase velocities obtained using the same arrays.

2) Observation and data

For this comparison, we implemented microtremor measurement in Nishio City, Aichi Prefecture, using different-size array composed of 7 stations. At each station 3-component velocity sensors were installed. Microtremor recording were acquired at a sampling interval of 0.005s for 30 minutes. This site is suitable for this comparison, because there is much information about geotechnical and geological property.

3) Results

At the present, the phase velocity by the f-k method is estimated, but it is still in the process of analysis. Therefore, by the day of the presentation, we will proceed with the remains to do.

キーワード：微動アレイ探査、ラブ波、水平動成分
Keywords: microtremor array surveys, Love wave, Horizontal components

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東海地域における微動アレイ探査に基づく浅部地盤構造モデルの高度化
Enhancement of shallow velocity structure models based on array microtremor explorations for Tokai region, Central Japan

*若井 淳[1]、先名 重樹[1]、谷田貝 淳[2]、稲垣 賢亮[2]、松山 尚典[2]、藤原 広行[1]
*Atsushi Wakai[1], Shigeki Senna[1], Yatagai Atsushi[2], Yoshiaki Inagaki[2], Hisanori Matsuyama[2], Hiroyuki Fujiwara[1]

1. 防災科学技術研究所、2. 応用地質
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2. OYO Corporation

1．はじめに

強震動予測を高度化するためには，0.1秒～10秒程度の広帯域の地震動特性を評価できるような地盤モデルの構築が重要である．そのために，これまで別々に作成してきた浅部地盤モデルと深部地盤モデルを統合し，地震観測記録を再現できるような地盤モデルの作成を進めていくことが不可欠である．

防災科研では，内閣府SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」⑤「リアルタイム被害推定・災害情報収集・分析・利活用システム開発」のテーマの1つである「地震被害推定のための地下構造モデルの構築」において，関東，東海および熊本地域の広域地盤モデルの構築を実施してきた．

本検討では，昨年度報告した東海地域（静岡・岐阜・愛知・三重）に対して構築された初期浅部・深部統合地盤モデルのうち，主に工学的基盤層よりも浅い地盤の初期地質モデルを対象として，面的に稠密な微動アレイ探査の結果を用いた高度化を実施した．本報告では，微動アレイ探査の概要，浅部地盤モデルの高度化に関する検討内容および得られた浅部・深部統合地盤モデルの地盤震動特性について紹介する．

2．極小・不規則アレイ微動探査

常時微動観測については，東海地域4県のうち主に低地・台地において，アレイ半径60cm の「4点極小アレイ」および1辺5m～10m超の「3 点不規則アレイ」を組み合わせたアレイ観測を実施した．これらの観測は，対象地域の公道上や地震観測点（K-NET，KiK-net，SK-NETおよび自治体震度計）付近など合計で約5,900地点（2019年2月現在）において実施した．また，一体型常時微動観測機材JU210/215)およびJU410)（先名ほか，2008）を用いて，約1km 間隔で各地点15分間程度の観測を行った．サンプリング周波数は200Hz とした．

極小・不規則アレイ微動データ解析については，近年の研究（例えば，長ほか，2008；Cho et al., 2013）で提案・高度化されている微動観測に基づく浅部地盤探査手法により，1次元S波速度構造の評価を行った．解析は，微動解析ソフト「BIDO」や「Microtremor Array Tools」（Cho et al., 2016）を用いて行った．

3．極小・不規則アレイ微動探査結果に基づく初期浅部地盤モデルの修正

昨年度に既往のボーリング探査結果や表層地質情報等を用いて構築された浅部地盤の初期地質モデルを対象として，極小・不規則アレイ微動探査の結果に基づき，各観測地点における1次元S波速度構造を修正した．さらに，Kriging法により速度層ごとに面的な補間を行い，3次元S波速度構造モデルを作成した．

本検討で得られた修正モデルと微地形区分（若松ほか，2013）に基づく従来モデルに関して，地盤増幅指標の平面分布を比較した．全体として，低地で増幅が大きい地域が相対的に広くなっており，局所的な変化が大きくなる傾向が見られる．また，修正モデルについて1次元重複反射理論に基づいた周期別の地盤増幅率の平面分布を評価した．周期によって増幅率が大きくなる地域が異なることが分かる．

4．まとめ

本検討では，昨年度に構築した東海地域（静岡・岐阜・愛知・三重）における初期浅部・深部統合地盤モデ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ルのうち浅部地盤の初期地質モデルを対象として，微動アレイ探査結果に基づいた浅部地盤モデルの高度化を実施した．増幅特性だけではなく周期特性も合わせた地盤震動特性の評価が重要であることが改めて示唆される．今後は，地震観測点における中小地震記録を用いて，本検討で得られた浅部深部統合地盤モデルを検証する予定である．

謝辞

本研究は，総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」（管理法人：JST）によって実施されました．

キーワード：S波速度構造、浅部地盤、微動アレイ探査、強震動
Keywords: S-wave velocity structure, shallow ground, array microtremor exploration, strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強震動を用いた地震波干渉法による千葉県下総地域の地震基盤構造モデルの検証

Validation of seismic bedrock structure model in the Shimousa region, Chibe prefecture, Japan using seismic interferometry to strong motion

*地元 孝輔[1]、山中 浩明[1]
*Kosuke Chimoto[1], Hiroaki Yamanaka[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

地震波干渉法理論に基づき、強震観測記録の自己相関により地表加振・地表応答のグリーン関数を推定することで、堆積盆地の地震基盤深度の推定が行われている (吉本ほか, 2009; Watanabe et al., 2011, 白石ほか, 2016)。Oren and Nowak (2017)は、雑微動の自己相関解析においてスペクトルホワイトニングを適用することで明瞭な反射波の推定を行った。地元・山中(2018)では、このデータ処理方法を、千葉県成田市で観測された強震記録へ適用し、堆積層のグリーン関数を推定することで、地震基盤からの明瞭な反射波を得た。そこで本研究では、千葉県下総地域の強震記録から自己相関関数を推定し、地震基盤による反射波の空間変化に基づいて、3次元S波速度構造モデルの検証を行う。

地元・山中(2018)では、強震記録を選別せず、非常に多くの記録の自己相関関数により反射波が推定しやすいことを示したので、本研究では、千葉県下総地域に設置されているK-NETおよびKiK-netによって2008年1月から2018年6月までに観測された強震記録をすべて用いる。強震記録は、オフセット除去したあと、座標変換によりトランスバース成分へ変換し、パワースペクトルを求め、スペクトルホワイトニングを適用し、バンドパスフィルタ処理後、フーリエ逆変換により自己相関関数を推定する。堆積層から期待される反射波の推定において、バンドパスフィルタ範囲が重要であることを地元・山中(2018)で指摘しているため、ここでは、地震基盤による反射波を推定することを目的として、0.5-2.0Hzにした。モデル検証のための理論グリーン関数は、J-SHIS深部地盤モデルから抽出した1次元モデルを用いて、ハスケル法により計算した。

千葉県下総地域の強震記録を用いた自己相関関数には地震基盤による反射波が明瞭に現れる。KiK-net成田では反射波走時が3.0秒で、K-NET成田では3.5秒になる。これらは、理論グリーン関数による反射波走時とおおよそ一致しているがいずれも若干速い。成田よりも北や東に位置する観測点では、複数の反射波が現れ、地震基盤による反射波が不明瞭になり走時も速い。成田よりも西に位置する観測点では、地震基盤による明瞭な反射波が4秒以上で現れることから、成田よりも地震基盤が深いと考えられる。このことは、J-SHIS深部地盤モデルの傾向と一致する。成田よりも南に位置する千葉や東金は反射波走時が6秒以上にもなり、最も深いことが推定される。このことは、既往の関東地域の3次元S波速度構造モデルでも、最も深い地震基盤構造であることと整合する。このように、千葉県下総地域において強震記録から自己相関関数を推定し、地震基盤深度の空間変化を捉えた。空間変化の傾向は、既往の3次元モデルと一致したが、反射波走時に若干の差異がみられたため、そのチューニングにより、より精度の高いモデル化が期待できる。

防災科学技術研究所のK-NETおよびKiK-netの記録を使用しました。J-SHISによる深部地盤モデルを利用しました。記して感謝いたします。

キーワード：地震波干渉法、自己相関関数、強震動、地震基盤構造モデル、下総
Keywords: Seismic interferometry, Autocorrelation function, Strong motion, Seismic bedrock structure model, Shimousa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微動アレイ観測に基づく佐賀平野のＳ波速度構造
Microtremor survey for subsurface velocity structure of Saga plain

*吉見 雅行[1]、重藤 迪子[2]、丸山 正[1]
*Masayuki Yoshimi[1], Michiko Shigefuji[2], Tadashi Maruyama[1]

1. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、2. 九州大学大学院人間環境学研究院
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Kyushu University

佐賀平野は筑紫平野の中部に位置する堆積平野である。平野の北は背振山地で境され、南は有明海に面する。平野は概ね低平で、平野内には多くの河川やクリークが分布する。背振山地と佐賀平野の境界部にはほぼ東西走向の佐賀平野北縁断層帯が存在する。佐賀平野の中央部には佐賀市が位置する。地震調査研究推進本部や佐賀県防災想定によると、佐賀平野北縁断層帯の活動により佐賀市一帯は軒並み震度7相当の揺れに見舞われると予想されている。しかしながら、佐賀平野の深部地盤構造に関する情報はごく限られており、想定に用いられた速度構造モデルの信頼性は高くない。

地震調査研究推進本部による佐賀平野北縁断層帯の活断層調査の一環として、背振山地南麓を北端とする測線長7.3kmのＰ波反射法地震探査が実施され（丸山ほか、2017）、堆積層と基盤岩の境界が明瞭にイメージされた。それによると、測線北端では露頭する三郡変成岩類からなる基盤岩上面は、南へと緩やかに深度を増し、佐賀平野北縁断層帯の低断層崖が認められる川久保付近で深度約200m、測線南部のJR長崎本線伊賀屋駅付近で深度約600m、測線南端では深度700m程度に達する。測線に沿った重力異常は南ほど低値を示しており、基盤岩上面の深度の変化傾向と整合的である。佐賀平野全体の重力異常は、反射法測線の南方でさらに低下するため、より南方では基盤岩深度は増すと予想される。

佐賀平野に分布する堆積層のＳ波速度に関する情報も少ない。佐賀県地震被害等予測調査（佐賀県、2014）ではボーリングデータに基づき佐賀平野の工学的基盤深度は60～70m程度と推定され、第四系にVs 100 m/sから400 m/sのS波速度が設定されたが、それ以深のS波速度はJ-SHISの設定値を援用し（表層のみVs 500 m/sに変更）たのみである。また、速度構造モデルの修正は地震観測点におけるR/Vスペクトルのピーク周期を説明するように実施されたのみで、新たな探査は行われなかった。

そこで、佐賀平野のＳ波速度構造の概要を把握するため、佐賀平野北縁から有明海沿岸にかけて、反射法探査測線およびその延長に沿う４地点にて微動アレイ探査を実施した。アレイ半径は最大500 m程度、最小10 m程度とし、３成分の速度型微動計（東京測振SE-321、固有周期10秒）にて微動を観測した。暫定的な結果ではあるが、南ほど基盤深度が低下する傾向と、堆積層にVs 500～700 m/s程度の層が想定されることが、観測位相速度データに基づく速度構造探索からわかった。

キーワード：微動アレイ探査、S波速度構造、佐賀平野
Keywords: microtremor array survey, S-wave velocity structure, Saga plain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

島根県大田市波根地区および久手地区における稠密微動観測
Densely microtremor observation to estimation of subsurface structure in Hane and Kute area, Ohda City, Shimane Prefecture, Japan

*野口 竜也[1]、山口 仁、森田 悠平、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]
*Tatsuya Noguchi[1], Yoshito Yamaguchi, Yuhei Morita, Isamu Nishimura[1], Shohei Yoshida[1], Takao Kagawa[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Department of Management of Social Systems and Civil Engineering, Civil Engineering Course Graduate School of Engineering, Tottori University

2018年4月9日に島根県西部の大田市付近を震源とするMj6.1の地震が発生した．この地震により，震源近傍の島根県大田市の一部の地域で局所的に建物被害，液状化による被害が生じた．そこで著者らは地震発生直後より，被害が集中した地域で臨時余震（強震）観測および微動観測を実施し，その観測記録を用いて地盤震動特性の把握と地盤構造を推定した．本研究では被害が多く発生した波根地区，久手地区において，追加で微動観測を実施した．微動H/Vの特徴としては複数の明瞭なピークがみられる地点が多く，0.1～0.5秒付近の短周期側の卓越周期と建物被害が関係している可能性がある．表層地盤は軟弱な砂もしくは粘土層が堆積しており，S波速度は110m/s～320m/sで層厚が最大で40m程度であった．S波速度構造モデルより1/4波長則を用いて，H/Vの短周期側と長周期側の卓越周期に対応した2層モデルを構築し，それぞれの卓越周期に対する浅部地盤および深部地盤の層厚分布を求めた．浅部地盤は地形や表層地盤の堆積環境の違いを反映して，層厚が急激に変化する領域が見られ，今回の地震で被害が生じた地域と概ね一致することがわかった．深部地盤は火山堆積物もしくは堆積岩の風化層を反映しており，その層厚分布は緩やかな変化がみられるが，被害が生じた地域内では層厚に大きな違いがなかった．

キーワード：微動観測、地盤震動特性、地盤構造、2018年島根県西部の地震
Keywords: microtremor observation, characteristics of ground motion, subsurface structure, 2018 eastern Shimane prefecture earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鳥取県北栄町由良地区および西園地区における稠密微動観測
Densely microtremor observation to estimation of subsurface structure in Nishizono and Yura area, Hokuei Town, Tottori Prefecture, Japan

*野口 竜也[1]、留奥 勝也、西村 武[1]、吉田 昌平[1]、香川 敬生[1]
*Tatsuya Noguchi[1], Katsuya Tomeoku, Isamu Nishimura[1], Shohei Yoshida[1], Takao Kagawa[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Department of Management of Social Systems and Civil Engineering, Civil Engineering Course Graduate School of Engineering, Tottori University

2016年鳥取県中部の地震の際に建物被害がみられた鳥取県北栄町由良および西園地区において稠密微動観測を実施した．微動H/Vとその卓越周期と地盤構造モデルを求め，この結果をもとに地盤構造と地盤震動を把握した。その結果，工学的基盤以浅の表層地盤の違いが，微動H/Vの形状や卓越周期の分布傾向に関係していると考えられる．建物被害が特定の地域に多く見られた要因については，建物の耐震性だけでなく地盤震動特性も大きく影響した可能性が高いことが分かった．

キーワード：微動観測、地盤震動特性、地盤構造、2016年鳥取県中部の地震
Keywords: microtremor observation, characteristics of ground motion, subsurface structure, 2016 central Tottori prefecture earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネパール・カトマンズ盆地における反射法地震探査
Seismic reflection survey in the Kathmandu Valley, Nepal.

*小鹿 浩太[1]、川崎 悠介[1]、プラダン オム[1]、山本 正人[1]、信岡 大[1]、松原 由和[1]、松山 尚典[1]、Monika Jha[2]、Chintan Timisina[2]、Suresh Shrestha[2]、Mukunda Bhattarai[2]、Dinesh Nepali[2]、Soma Nath Sapkota[2]、三宅 弘恵[3]、纐纈 一起[3]
*Kota Koshika[1], Yusuke Kawasaki[1], Om Pradhan[1], Masato Yamamoto[1], Dai Nobuoka[1], Yoshikazu Matsubara[1], Hisanori Matsuyama[1], Monika Jha[2], Chintan Timisina[2], Suresh Shrestha[2], Mukunda Bhattarai[2], Dinesh Nepali[2], Soma Nath Sapkota[2], Hiroe Miyake[3], Kazuki Koketsu[3]

1. 応用地質株式会社、2. ネパール産業省鉱山地質局、3. 東京大学地震研究所
1. OYO Corporation, 2. Department of Mines and Geology, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

2015年4月25日、カトマンズから北西へ78 km離れた地域でMw7.8 の地震（USGS, 2015）が発生した(ゴルカ地震)。また，同年5月12日にカトマンズから北東へ約80 km離れた地域でMw7.3の最大余震が発生した。これらの地震によりカトマンズ盆地内で多くの建物被害が発生したことから，カトマンズ盆地の地下構造が地震動に大きな影響を与えていると考えられる。

この地震の発生を受けて、今後発生が予想されているヒマラヤ前縁帯での巨大地震によるカトマンズ盆地の被害軽減に資するための地盤の地震工学的評価，および途上国の科学技術支援を行うことを目的とし，国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）および独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で実施しているSATREPSプロジェクトにおいてネパール地震防災に関するプロジェクト(H27年度～31年度、代表：纐纈一起・Soma Nath Sapkota)が採択された。本プロジェクトでは，カトマンズ盆地の地下構造を明らかにするための調査が行われている。2017年にはカトマンズ盆地で重力探査を実施し，カトマンズ盆地の重力基盤構造を明らかにした(Pradhan et al., 2018)。

2018年は，カトマンズ盆地の詳細な基盤構造および上位堆積層の堆積構造を明らかにすることを目的として反射法地震探査を実施した。測線は，重力探査によって重力基盤が急激に変化すると推定されたトリブバン国際空港(TIA)および重力基盤が深いと推定された地域に位置するネパール農業研究所(NARC)とした。測線長はそれぞれ約4km(TIA)および約1km(NARC)である。IVI社のエンバイロバイブ1台を日本より持ち込み，探査の振源として使用した。

本調査結果より，両測線において重力探査で推定された重力基盤構造とほぼ同一深度の反射面を捉えることができ，カトマンズ盆地内の堆積構造も明らかになった。本成果は，カトマンズ盆地内の地盤構造を視覚的に示した世界初の結果であり，今後の地震防災に大きく資することが期待される。

キーワード：カトマンズ盆地、反射法地震探査
Keywords: Kathmandu Valley, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネパール・カトマンズ盆地トリブバン国際空港近傍での広帯域微動アレイ探査

Broadband Microtremor Array Exploration at and around Tribhuvan International Airport, Kathmandu, Nepal

*横井 俊明[1]、林田 拓己[1]、バッタライ ムクンダ[2]、ポカレル タラ[2]、シュレスタ スレッシュ[2]、ティムシナ チンタン[2]、バッタライ シュニタ[2]、ネパリ ディネッシュ[2]
*Toshiaki Yokoi[1], Takumi Hayashida[1], Mukunda Bhattarai[2], Tara Pokharel[2], Suresh Shrestha[2], Chintan Timsina[2], Sunita Bhatarrai[2], Dinesh Nepali[2]

1. 国立研究開発法人　建築研究所国際地震工学センター、2. ネパール産業商務省鉱山地質局
1. International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Building Research Institute, Japan, 2. Department of Mines and Geology, Ministry of Industry, Commerce and Supplies, Nepal

ネパール・カトマンズ盆地(KTV)は、インド・ユーラシア両プレートの衝突に因るヒマラヤ造山運動の中で形成された構造盆地であると考えられる(e.g., Sakai et al. 2016)。2015年ゴルカ地震の際に、深部地盤に因ると思われる周期4秒程度の長周期・長継続時間地震動が、その中央部で観測された(Dixit et al. 2015, Bhattarai et al. 2015, Takai et al. 2016, Rajaure et al. 2017)。この現象の解明と深部地盤構造まで考慮した地震ハザード解析を可能にすることを目指して、著者らが属する研究グループ(Group3-SATREPS）では、2016年12月より2018年2月まで、同盆地の深部地盤せん断波速度構造推定のため、複数サイトで広帯域地震計（Guralp社製CMG-40T）4セットによる10時間前後の微動アレイ（最大アレイ径約1400 m）による深部探査、併せて2Hz地震計(L22D, Sercel)と4.5Hzジオフォン(GS11D, GeoSpace)による浅部探査を実施した（Yokoi et al. 2018 (SSJ Fall)）。同盆地では、同じ研究グループに属する応用地質（株）チームにより2017年に盆地全域において重力探査が実施されている（Pradhan et al. 2018 (JpGU)）。また、応用地質（株）によりトリブバン国際空港（TIA）内及びその南西約2Kmに位置する国立農業研究所(NARI)で、反射法探査が2018年11月に実施され、同盆地の深部地盤構造が徐々に明らかになって来ている（Koshika et al. 2019 (JpGU)）。

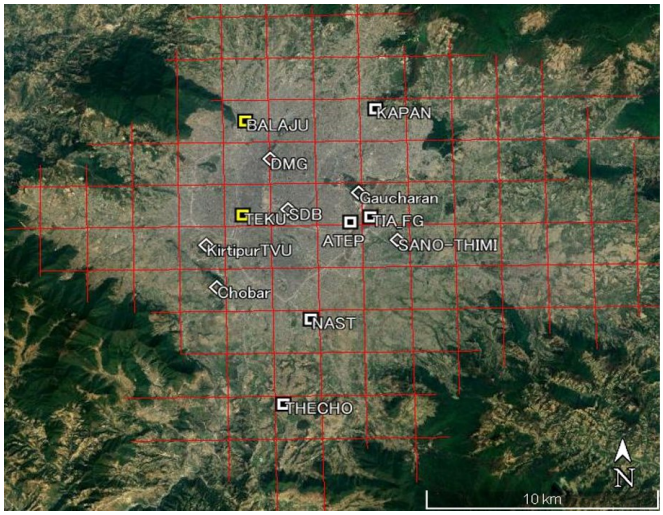
これらの活動に続き、2018年12月にTIA及びNAST近傍の複数サイト、及びKTV内の岩盤露頭(Chobar)で実施した微動アレイ探査結果を、本ポスターセッションで報告する。

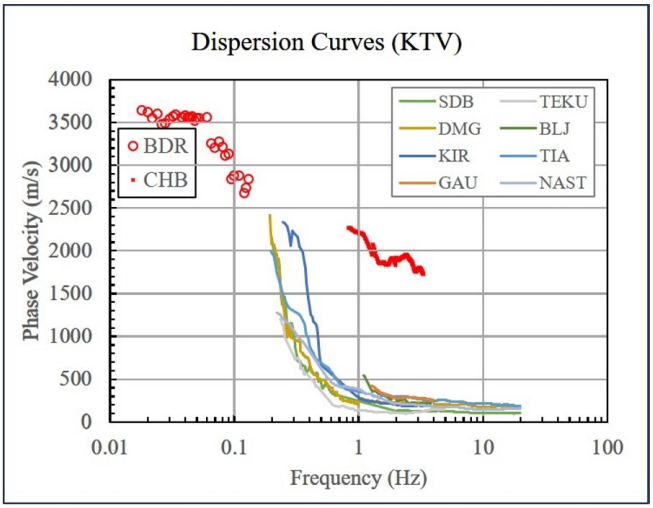
付図に観測点分布とRayleigh波の分散曲線のまとめを示す。凡例中、*BDR*(赤丸)は、Hayashida et al. (2018, SSJ-Fall)により、遠地地震波の表面波部分を使って得られた結果、*CHB* (赤x)はChobarの基盤露頭上で推定された位相速度。*SDB*: Singhadurbar, *DMG*: 地質鉱山局-ナラヤンヒティ王宮博物館, *TEKU*: Tekuガス井（DMG）, *KIR*: トリブバン大学キルティプルキャンパス, *BLJ*:ネパール規格計量局(Balaju), *GAU*: Gaucharan, *TIA*: トリブバン国際空港, *NAST*: 国立科学技術アカデミー-国立農業研究所.

謝辞：本研究の実施にあたり、地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）「ネパールヒマラヤ巨大地震とその災害軽減の総合研究（H28年度～32年度）」の下で、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）および独立行政法人国際協力機構（JICA）による支援を受けました。

キーワード：ゴルカ地震、カトマンズ盆地、広帯域微動アレイ探査
Keywords: Gorkha earthquake, Kathmandu Valley, Broadband Microtremor Array Exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小規模微動アレイ(5〜15m)によるベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市周辺の平均S波速度分布

Distribution of average S-wave velocities by small-scale (5 to 15 meters) microtremor arrays in and around Hue City, Thua Thien-Hue province, Vietnam

*長 郁夫[1]、大久保 慎人[2]
*Ikuo Cho[1], Makoto OKUBO[2]

1. 産業技術総合研究所、2. 高知大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Kochi University

我々は，ベトナム国トゥアティエン＝フエ省フエ市を対象として，水力発電の安全な運行と世界文化遺産保護のための地震ハザード評価を進めている．これはベトナムアカデミー(VAST) Nguyen Anh Duong博士との共同研究である．その一貫として，同地域で多数の小規模微動アレイ観測を実施して浅部地盤平均S波速度分布を評価したので以下に報告する．

この取り組みは，VASTによる微動アレイ探査技術の習得をサポートすることから開始した．まず，著者らは，VAST の研究チームによる微動観測の実習として，2017年10月20, 21日にハノイ郊外の4地点で小規模微動アレイ観測を実施した．SPAC法の適用を前提として, 3成分サーボ型速度計を用いて長さ30mの直線アレイを展開し，各地点で1〜2時間微動を記録した．著者らは2台の地震計（3成分サーボ型加速度計）を日本から持参し，5mから30m間隔の2点アレイを実施してVASTの観測機材による結果と比較した．

次のステップとして， VASTの研究チームと著者らは，2018年3月17〜19日にフエ市内の7地点で小規模微動アレイ観測を実施した．各地点で4.5Hzジオフォン（上下動）を用いて，辺長5m, 15mの三角アレイおよび長さ12mの線形アレイを実施するとともに, 日本から持参した2台の地震計で2点アレイを実施した．観測時間は各地点30分から1時間程度とした．これらの地点では屈折法探査が実施されているので，それらと照合できる．その結果，微動アレイの解析結果は既存の解析結果と整合的であった．

以上の準備期間を経て，VASTの研究チームは，2018年6ー7月（のべ19日間）にフエ市内およびその周辺を含む約11x13kmの領域（126地点）で4.5Hzジオフォン（上下動）を用いた小規模微動アレイ観測を実施した．具体的には，89地点で辺長5mおよび15mの三角アレイ，37地点で長さ12mの線形アレイを実施した．観測時間は各地点30分間であった．

我々は，こうして取得したアレイデータにSPAC法を適用してレーリー波位相速度を同定した．各地点の結果からそれぞれ波長13m, 25m, 40mに対応する位相速度を読み取り，それぞれ深さ10m, 20m, 30mまでの平均S波速度と解釈してその面的分布を評価した．その結果，フエ市周辺の地質分布と整合的な結果が得られた．今後はアレイ観測を実施した各地点で3成分単点観測(H/Vスペクトル)を実施して地盤評価を高度化する予定である．

キーワード：微動、アレイ、表面波、ベトナム
Keywords: microtremor, array, surface wave, Vietnam

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Microtremor Array Exploration in the Syiah Kuala University, Banda Aceh, Indonesia

*大久保 慎人[1]
*Makoto OKUBO[1]

1. 高知大学 教育研究部自然科学系理工学部門
1. Natural Science Cluster, Kochi University

We deployed microtremor array survey at Syiah Kuala University in Banda Aceh, Indonesia to clarify a seismic amplification by subsurface S-wave structure. Banda Aceh, located at northern end of Sumatra island, was seriously damaged by the tsunami caused by the 2004 Sumatra earthquake. At the tsunami evacuation, we first have to consider the safe route that does not corrupted, damaged and flooded. Therefore, we plan to understand the seismic amplification distribution as fundamental material. Our results will be available to make a future plan to reconstruction/renovate architectures.

We visited to Banda Aceh at January, 2019, and carried out microtremor exploration using with linear array and triangle array at 17 sites. We used are three 5 Hz geophones and one 1 kHz sampling GPS synchronised data logger for survey. In the case of triangle array, we always used 1.7 m side length. This side length is corresponding to 1.0 m array radius. In the other case, that is linear array, distances of each sensors (A, B, and C) are, A-B:1.7 m, B-C:2.7 m, and A-C:4.4 m. We Assumed these lengths are the array radius for each exploration, and applied SPAC method (*c.f.* Aki 1957). We used a tool, as known as BIDO2.0 (Cho, 2010) to analyze recorded waveforms and estimate dispersion curves.

By using obtained dispersion curves, we determined 3 averaged S wave velocities and roughly velocity structure. Roughly velocity structure was estimated by simple conversion method by using 1/2 wavelength law with linear array's dispersion curves. And three Averaged S-wave velocities AVS10, AVS20 and AVS30 were estimated from the Rayleigh wave phase velocities corresponding to the wave length of 13 m, 25 m and 40 m, respectively. By a preliminary analysis, we obtained result that a thicker low S-wave velocity layer exists along the river and the coastline. This result implies that plain part of Banda Aceh was developed on the old delta made by river and sea. This situation of subsurface structure will be strongly affect to the seismic amplification.

We will discuss in detail at the presentation.

Acknowledgements:
We thanks to Dr. Muksin Umar, Ms. Wiwik and Mr. Arif, they were attended and cooperated to our microtremor array survey in Syiah Kuala University. This study is supported by JSPS KAKENHI Grant Number 17H0457751.

キーワード：常時微動、アレイ探査、浅層S波速度構造
Keywords: Microtremor, Array exploration, Subsurface S-wave velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Turkey-Japan Joint Project on Modeling of Geological Structures for Strong Ground Motion Simulations due to Crustal Earthquakes in Eskisehir Basin, Turkey, by Using Seismic Interferometry Method

*Mehmet Safa Arslan[1], Kosuke Chimoto[2], Asim Oguz Ozel[1], Hiroaki Yamanaka[2]

1. ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA, 2. TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Understanding the seismic hazard of specific area, depends on the regional 2D/3D underground structure on wave propagation. In the frame of the bilateral project between Turkey and Japan, we aim at observing ground motion parameters, crustal activities, underground structures, and improvement of seismic hazard maps. The seismic interferometry method (SIM) is one of the tools to investigate the surface-wave propagation. The method goals to obtain green’ s function (GF) by using ambient noise data. Cross-correlations (CC) between the two pairs of stations’ continuous records, reveal GF and provide group and phase velocities of surface waves. We analyze one-year vertical component broadband data from 8 stations deployed and affiliated with ANANET (Eskisehir Anadolu University Local Seismic Network). Interstation distances between the designated stations are in the range of ~23-139 km. After getting the CC functions, group velocity dispersion curves will be obtained for selected correlation paths in particular to address the azimuthal dependence of the velocity field. Averaging the dispersion curves, in other saying analyzing the group velocities and waveforms typical of these observations, we attempt to estimate the S-wave velocity structure model inside the Eskisehir basin. This study is supported by the Joint Research Project under the Bilateral Program of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant TUBITAK 116Y524.

Keywords: seismic interferometry, cross correlation function, S-wave structure, group velocities, Turkey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nonlinear Ground Motion Response During the 2016 Meinong Taiwan Earthquake

*Kuo-Liang Wen[1], Chun-Te Chen[2]

1. National Central University, Department of Earth Sciences, 2. Academia Sinica, Institute of Earth Sciences

The Meinong Taiwan earthquake occurred on February 6, 2016, at 03:57 (UTC+8) with M_L 6.6. The strong ground motion induced the soil liquefaction in Sinshih and Annan districts. To investigate the nonlinear site response during Meinong mainshock, the degree of nonlinear site response (DNL) which summation of the horizontal to vertical spectral ratios (HVSR) differences between weak-motions and Meinong mainshock records from the Taiwan Strong Motion Instrumentation Program (TSMIP) network are calculated. We compare the DNL values with the ground motion parameters such as peak ground acceleration (PGA), peak ground velocity (PGV), and also the ratio between PGV and Vs30. The DNL shows a positive correlation with ground motion intensity, particular with PGV, and the surface site conditions also leading the DNL strength. We also applied a stochastic method for modeling the ground motion of the Meinong earthquake with site correction by the HVSR of weak and strong motions respectively. The percentage of PGA reduction calculated in this study can be an indicator of the spatial distribution of the degree of nonlinear soil effects of the 2016 Meinong Taiwan earthquake.

Keywords: Meinong earthquake, nonlinear site response, HVSR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Earthquake damage of the 2017 Pohang earthquake in South Korea

*Mikyung Choi[1], Sun-Cheon Park[1], Dong-Hyo Sohn[1], Seolhan You[1], Jongsun Sun[1], Seongheum Cho[1], Duk-Kee Lee[1]

1. Korea Meteorological Administration

Pohang earthquake with a magnitude of ML 5.4 occurred on November 15, 2017. This earthquake caused more damage than the 2016 Gyeongju earthquake (ML 5.8). Modified Mercalli intensities were assigned from residential property damage report in the Pohang area. Major damage type was wall crack of building. Maximum intensity was MMI VIII. Result of damage analysis from damage report reveals that the main damage area was distributed within a radius of about 20 km distance from the epicenter. And sand and mud volcanoes were observed in many places.
Between 16 November and 31 December 2017, 10 temporary seismic stations were deployed to record aftershocks and site effect of the Pohang earthquake. Ground motion generated by an earthquake is controlled by several factors, such as source characteristics, propagation path, surface geology, topography. Using recordings of aftershocks, we analyzed the ground motion at two seismic stations near the epicenter and another two seismic stations located on sedimentary rock and bedrock. We compared amplitude and predominant frequencies of ground motion with damage analysis results. Mapping and characterization of the damage for this earthquake is an opportunity to provide useful information on the damage of future possible earthquake in South Korea.

Keywords: Pohang earthquake, earthquake damage, ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 304 3F

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)、座長:松野 哲男、相澤 広記

地震や火山活動に関係した電磁気現象、地球や惑星内部の電磁気学的構造を研究対象とし、野外観測、海底観測、人工衛星観測、室内実験、数値実験から得られた知見、解析手法や観測装置の開発などについての発表と議論を行う。

9:00 ~ 9:15

[SEM19-01] 秋田焼山，岩手山，栗駒山火山における繰り返し自然電位測定

*坂中 伸也[1]、澤田 安晶[3]、加藤 健太[2]、井上 雄介[1]、小林 拓也[1]、竹井 瑠一[1]、多田 悠也[2]、ムハンマド ファイズル ニザム ビン ザイヌディン[2]、森脇 知哉[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.秋田大学国際資源学部、3.秋田大学国際資源学部卒業（2017年度）)

9:15 ~ 9:30

[SEM19-02] ベレア砂岩と多孔質ガラスの水不飽和状態における表面伝導の評価

*梅澤 良介[1]、桂 誠[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

9:30 ~ 9:45

[SEM19-03] 動的電磁誘導により生成される地震波到達前の電磁場変動の観測波形と理論波形

*山崎 健一[1] (1.京都大学防災研究所)

9:45 ~ 10:00

[SEM19-04] Referenceデータが与える地磁気変換関数への影響について

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

10:00 ~ 10:15

[SEM19-05] 主成分分析とマルコフ連鎖モンテカルロ法によるMT法インバージョン結果の信頼性推定法

小路 久稔[1]、*後藤 忠徳[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

10:15 ~ 10:30

[SEM19-06] 海底MTアレイデータを用いた海洋上部マントルの一次元異方性電気伝導度構造の推定

*松野 哲男[1]、馬場 聖至[2]、歌田 久司[2] (1.神戸大学海洋底探査センター、2.東京大学地震研究所)

秋田焼山，岩手山，栗駒山火山における繰り返し自然電位測定
Repeated measurements of the Self-Potential at Akita-Yakeyama, Iwate and Kurikoma volcanoes

*坂中 伸也[1]、澤田 安晶[3]、加藤 健太[2]、井上 雄介[1]、小林 拓也[1]、竹井 瑠一[1]、多田 悠也[2]、ムハンマド ファイズル ニザム ビン ザイヌディン[2]、森脇 知哉[2]
*Shin'ya Sakanaka[1], Yasiaki Sawada[3], Kenta Kato[2], Inoue Yusuke[1], Kobayashi Takuya[1], Ryuichi Takei[1], YUYA TADA[2], Muhammad Faizul Nizam Bin Zainudin[2], Tomoya Moriwaki[2]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 秋田大学国際資源学部、3. 秋田大学国際資源学部卒業（2017年度）
1. Graduate school of International Resource Sciences, Akita University, 2. Faculty of International Resource Sciences, Akita University, 3. Faculty of International Resource Sciences, Akita University (gradusted in 2018)

We will report the SP (Self-Potential) anomalies at Akita-Yakeyama, Iwate, and Kurikomayama volcanoes. They are active volcanoes along the boundary of Akita and Iwate prefectures and their volcanic activities are relatively high recently.

SP measurements and SP anomalies at those volcanoes were reported by some researchers. We are still carrying out the SP measurements there repeatedly so as to monitor the activities of the volcanoes.

We conducted the SP measurements along the mountain trail from Tamagawa hot spring to Goshougake hot spring at Akita-Yakeyama in 2007 and 2017. At Mt. Iwate the SP measurements were conducted along the Yakebashiri trail up to the summit in 1999, 2004 and 2017. At northern part of Mt. Kurikoma we walked from the Nagorigahara moor, went through the summit and returned back anti-clockwised along the trail with SP electrodes in 2018. The result of the previous SP measurement in Kurikoma volcano can be found in the part of the Aizawa (2010) and we can investigate the time-lapse SP anomalies on these volcanoes.

We adopted the leap-frog measurement method with a 50 m cable, copper-copper sulfate electrodes, and a digital multi-meter (voltmeter). The latitude and longitude data were recorded by the handy GPS receiver (like as Garmin product). Although in the measurements of the leap-frog method might be easily piled up each error of the measured value at a site, a short cable can be easier handled than a longer cable over the length of a couple of kilometers using by the total-potential measurement method. The long and thin cable is sometimes cut apart by animals or human beings and unfortunately we have to return back to the cut point all the way to fix it.

On the compiling the SP data in different years we draw the SP curves along the cumulated distance. Since the cumulated distances of the SP measurements are sometimes up to several kilometers, the lengths of the cumulated distance are sometimes different by more than 100 m in the data of the respective years. We measure the SP on the same mountain trail but the end of the cable at each measurement is not always at the same point and the SP paths are slightly different in year to year on the measurements. This is the reason why the difference of the cumulated distance in different years. The problem might be happened also with the measurements of the total-potential method. To solve it, we set a model path with the function of the cumulated distance on the trail map in advance and the measured site were relocated (projected) onto the model path referred by GPS locations. After that we successfully and comfortably compare the SP data on the same trails.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

At Akita-Yakeyama and Iwate volcanoes, we cannot find out the outstanding time variations of SP anomalies but the acquired SP data can be use the monitor the active volcanoes.

キーワード：自然電位、活火山、尺取り法、銅－硫酸銅電極、秋田焼山、岩手山
Keywords: self potential, active volcano, leap frog method, copper-copper sulfate electrode, Akita-Yakeyama volcano, Iwate volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ベレア砂岩と多孔質ガラスの水不飽和状態における表面伝導の評価
Evaluation of surface conductivity of unsaturated Berea sandstone and porous glasses

*梅澤 良介[1]、桂 誠[1]、中嶋 悟[1]
*Ryosuke Umezawa[1], Makoto Katsura[1], Satoru Nakashima[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

絶縁性鉱物から成る岩石の電気伝導は、間隙のサイズや形状、間隙水の飽和率や分布状態などに依存することが知られており、間隙水（バルク水）の伝導と鉱物表面水の伝導からなるとされている。表面伝導は、イオンが吸着するシュテルン層と濃度勾配が生じる拡散層からなる電気二重層における伝導のことを言い、その厚さはイオン濃度に依存する特徴的な長さ（デバイ長）で決まる。表面伝導は、間隙内に空気などが混在する不飽和状態や間隙径の小さな岩石において重要と考えられるが、間隙径の小さな岩石では間隙水の溶存イオンの定量が難しいため、定量的な記述が困難である。そこで、砂岩と多孔質ガラスの電気伝導度について、既知の溶存イオン濃度の水溶液を用いて、水飽和率を変化させながら測定を行った。

本研究では、主に石英からなるベレア砂岩(支配的な間隙径: 約40 μm)と、均一な間隙径を持つシラス多孔質ガラス(SPGテクノ; 間隙径1.0, 0.5, 0.2 μm)を用いた。これらの試料の間隙を純水、NaCl水溶液（0.001, 0.01, 0.1 mol L^{-1}）で飽和させ、自然乾燥により水飽和率を減少させ周波数0.1 Hz –1 MHzにおいて電気伝導測定を行った。

これらベレア砂岩とシラス多孔質ガラスの不飽和における表面伝導について理解するために、表面錯体モデルを用いた電気伝導モデルに基づき比表面伝導度を求め、水膜厚さやデバイ長との関係などについて考察を行った。

キーワード：水飽和率、電気伝導度、イオン濃度、デバイ長、表面伝導
Keywords: Water saturation, electrical conductivity, ion concentration, Debye length, surface conductivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

動的電磁誘導により生成される地震波到達前の電磁場変動の観測波形と理論波形

Observational and theoretical waveforms of electromagnetic signals generated by the motional induction effect before the arrival of seismic waves

*山崎 健一[1]
*Ken'ichi Yamazaki[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地震動は、大地の電磁気物性を介して電磁場変動を生成する。この現象は、存在自体は理論的には明らかであり、観測例もある。その中には、電磁場変動が地震波到達に先行するものもある[e.g. Iyemori et al. 1996 (JGG); Honkura et al. 2002 (EPS); Okubo et al. 2011 (EPSL)]。地震波に伴う電磁場変動の生成メカニズムには、界面導電現象[Pride, 1994 (PR E)]、動的電磁誘導[Gao et al. 2014 (JGR)]、ピエゾ磁気効果[Yamazaki 2016 (GJI)]、ピエゾ電気効果[Ogawa and Utada 2000a (PEPI), 2000b (EPS)]などがある。しかし、特に地震波到達に先行する電磁場変動については、いずれのメカニズムから生じたものかは定量的には明らかではない。その解明には、各メカニズムを介して生成される電磁場変動の理論値を計算して、観測される変動の定性的・定量的な特徴を説明しうるか検討することが必要である。

本研究では、動的電磁誘導効果に焦点を絞り、単純化したモデルによって報告されている地震波到達前の電磁場変動が説明できるのかを確かめた。先行研究[Gao et al. 2014]では、無限媒質中のダブルカップル震源から生成される地震動に付随する電磁場変動を解析的に求めている。彼らの結果は、地震動に先行する電磁場変動は報告されている値よりも数桁小さいことを示している。今回は、現実の地殻の構造により近づけるため、一様電気伝導度を持った半無限媒質の大地と絶縁大気からなるモデルを考察した。円柱座標において適当な変数変換を行い、さらにハンケル変換を行うことにより、支配方程式は鉛直座標のみに関する常微分方程式に帰着する。その解を求めて逆ハンケル変換を行うことにより、電磁場変動の理論波形を求めることができる。この方法はSGEPSS2018年秋学会すでに発表したとおりである。

地震波到達前の電磁場変動の例として、1999年の Izmit 地震（トルコ）の時のもの[Honkura et al. 2002]と、2008年岩手宮城内陸地震の時のもの[Okubo et al. 2011]を対象として比較のための計算を行った。これら二つの地震の際に観測された電磁場変動は、時系列のパターンが異なる。前者では、地震波が観測点のごく近傍に達してから磁場変化が始まっていた。後者では、震源断層での破壊（滑り）の開始とほぼ同時に電磁場変化が始まっていた。それぞれの震源ー観測点配置などを単純化した模型で計算を行ったところ、前者についてはある程度特徴を再現することができたが、後者については特徴を正しく再現することができなかった。

キーワード：電磁場、動的電磁誘導、地震動
Keywords: electromagnetic field, motional induction effect, seismic ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Referenceデータが与える地磁気変換関数への影響について
Effect of reference data on geomagnetic transfer functions

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1]
*Shinya Sato[1], Tada-nori Goto[1]

1. 京都大学大学院工学研究科
1. Kyoto Univesity, Graduate School of Engineering

It is well-known that inter-station transfer functions (TFs), which are derived generally using two sites (as following Schmucker 1984; Neska 2006), are effected by source field. Also, we sometimes use three sites for deriving TFs in order to reduce the noises mixed in geomagnetic data. These 2 or 3 sites-based TFs have been used for evaluating the spatial characteristics of source field. However, the 3 sites-based TFs (i.e., using site 1, site 2 and reference site) do not always reflect the source field’s condition between site 1 and site 2, and can possibly be effected by the source field’ characteristics at reference site. Also, the evaluation of source field’s condition at time-frequency domain (i.e., at the stage of spectra or spectrograms) will be more accurate. Therefore, for the evaluation we used Multi-Channel Nonnegative Matrix Factorization (MC-NMF, suggested by Sato and Goto 2018), which can extract components included in several geomagnetic spectrograms. Moreover, we derived the condition of geomagnetic events’ spatial-characteristics, which triggers the effect of reference data on 3 sites-based TFs. In order to verify that the TFs are effected by the reference site, we derived the temporal changes in 3 sites-based TFs replacing the reference sites. As a result, we founded that the TFs changed not only temporally but dependent on the reference site and the interpretation of source field’s spatial characteristics was different dependent on the reference site. For exposing the cause, we evaluated the spatial-characteristics of geomagnetic events using MC-NMF. The evaluated spatial-characteristics of geomagnetic events were corresponding with the condition triggering the effect of reference data on TFs as mentioned above. We succeeded to expose the cause of TFs’ variation triggered by reference data evaluating the spatial-characteristics of geomagnetic events at time-frequency domain. Using TFs together with MC-NMF, the interpretation of source-field’s spatial characteristics will be with high accuracy.

キーワード：電流源の空間特性、地磁気変換関数、リモートリファレンス
Keywords: Spatial characteristics of source field, Inter-station Transfer Function, Remote reference

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

主成分分析とマルコフ連鎖モンテカルロ法によるMT法インバージョン結果の信頼性推定法
Reliability estimation of magnetotelluric inversion result based on the Principle Component Analysis and Markov Chain Monte-Carlo method

小路 久稔[1]、*後藤 忠徳[1]
Hisatoshi Koji[1], *Tada-nori Goto[1]

1. 京都大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University

Magnetotelluric (MT) method is used for detection of electrical conductive materials such as fluid, clay, partial melt and so on. Subsurface resistivity structure is generally estimated by an inverse algorism, based on the least-square scheme using observed apparent resistivity and phase. The reliability of the optimal model in the inversion procedure should be discussed together with seeking the “better” model having the lower data misfit than the optimal model. However, the sophisticated method is not well developed for the magnetotelluric survey, except for the simple test based on a number of forward modeling, constrained inversions and so on, or simple visualization of sensitivity of model parameters. In this study, for a quantitative visualization of reliability of optimal model parameters, we propose a new way of the numerical test of the model based on the Markov Chain Monte-Carlo (MCMC) methods. Since the MCMC cannot solve a number of unknowns in model parameters, we adopted the principle component analysis (PCA) to reduce unknowns in the model obtained by MT inversion code. First, for testing the PCA ability in subsurface image analysis, various two-dimensional (2-D) resistivity models are decomposed by PCA. As a result, we succeeded to extract the “major features” of 2-D resistivity model, especially by using first to third principle components. Then, we tested the MCMC algorithm with changing parameters of “major features” of 2-D model, such as its resistivity, width, thickness, horizontal and vertical locations. In a case of a simple two-prism model, we confirmed that the reliability of low and high resistive anomalies are shown in the probability density functions obtained by MCMC. We also found that some parameters (e.g., thickness and resistivity of an anomalous body) indicate a tread-off relationship as mentioned in the previous studies, and also found the reliable range of parameters even under the trade-off. We then applied this technique to the magnetotelluric data obtained at a field experiment. In consequence, anomalies in the optimal model are detected properly by PCA, and the reliable range of model parameters based on the MCMC method are similar to those inferred by the conventional forward calculations. We conclude that our proposed method can be widely applied to magnetotelluric exploration, even to the three-dimensional inversion.

キーワード：主成分分析、マルコフ連鎖モンテカルロ法、MT法インバージョン
Keywords: Principle Component Analysis, Markov Chain Monte-Carlo method, Magnetotelluric Inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底MTアレイデータを用いた海洋上部マントルの一次元異方性電気伝導度構造の推定

Probing one-dimensional electrical anisotropy in the oceanic upper mantle from seafloor magnetotelluric array data

*松野 哲男[1]、馬場 聖至[2]、歌田 久司[2]
*Tetsuo Matsuno[1], Kiyoshi Baba[2], Hisashi Utada[2]

1. 神戸大学海洋底探査センター、2. 東京大学地震研究所
1. Kobe Ocean Bottom Exploration Center, Kobe University, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

海洋上部マントルの電気伝導度異方性は、海底MTデータから制約できれば、マントルの構造やダイナミクスの理解に重要な手がかりを与える。本研究では、海洋上部マントルの一次元異方性（方位異方性）電気伝導度構造を、北西太平洋130-145 Maの海底で最近得られた海底MTアレイデータの解析から解明することを試みる。本研究では、次のような一次元異方性モデル推定方法を提案する。最初に海底MTアレイデータから繰り返し地形補正を行いながらアレイ域を代表する等方性の一次元モデルを推定し、その次に推定した等方一次元モデルからのずれとして異方性モデルの特徴を推定するという方法である。この方法の有効性を、フォワード計算とインバージョン計算により検証した。計算では、研究対象域で考えられる一次元異方性電気伝導度構造と三次元海底地形を用いた。この検証により、提案する方法は高電気伝導度の上部マントル、もしくは、電磁気学的アセノスフェアに存在する異方性を明らかにできることを確認した。さらにこの検証では、等方一次元モデルを推定する際に使用するMTインピーダンスの二つの回転不変量と二つの地形補正式による結果の違いについても検討した。提案する方法を、北西太平洋で得られた二つの海底MTアレイデータに対し適用した。その結果、この海域の深さ50-250 kmの100 Ω-m以下の高電気伝導度において二層の異方性層が存在する可能性を明らかにした。いずれの海域でも二層のうち浅部の異方性が強いことは共通した。一方、二層の存在する深さと異方性の高電気伝導度の方位は、距離はおよそ1,000 km離れているが海底年代はほぼ同じ二つの海域で異なっていた。高電気伝導度の方位の多くは、現在のプレートの運動方向よりも、過去の海底拡大の方向かそれに垂直な方向を向いている。また、同じ海域で推定されている地震波の方位異方性の高速度方向とも揃っていない。以上のように推定した異方性一次元電気伝導度構造は、この地域のマントルのダイナミクスが、太平洋海盆のような大きなスケールよりも、小規模マントル対流や過去の海底拡大に関係するような観測アレイのスケール（およそ500 kmかそれ以上）の現象の影響をより受けている可能性を示す。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 304 3F

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)、座長:相澤 広記、松野 哲男

地震や火山活動に関係した電磁気現象、地球や惑星内部の電磁気学的構造を研究対象とし、野外観測、海底観測、人工衛星観測、室内実験、数値実験から得られた知見、解析手法や観測装置の開発などについての発表と議論を行う。

10:45 ~ 11:00

[SEM19-07] 鬼界カルデラのMT観測データの解析

*廣瀬 時[1]、松野 哲男[2,1]、島 伸和[1,2]、沖園 雄希[4]、市原 寛[3]、杉岡 裕子[1,2]、巽 好幸[2,1] (1.神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2.神戸大学海洋底探査センター、3.名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター、4.神戸大学理学部惑星学科)

11:00 ~ 11:15

[SEM19-08] Role of Fluids in the earthquake generation: The Nagamachi-Rifu reverse fault, NE Honshu, Japan

*Sabri Bulent Tank[1]、Yasuo Ogawa[2] (1.Bogazici University、2.Tokyo Institute of Technology)

11:15 ~ 11:30

[SEM19-09] 山崎断層系津山北方の断層のAudio-frequency magnetotelluric調査

*山口 覚[1]、高桑 大介[2]、三村 明[1]、福江 一輝[1]、加藤 茂弘[3]、村上 英記[4]、高倉 伸一[5] (1.大阪市立大学大学院理学研究科、2.大阪市立大学理学部、3.兵庫県立人と自然の博物館、4.高知大学教育研究部自然科学系理工学部門、5.産業総合研究所地質調査総合センター)

11:30 ~ 11:45

[SEM19-10] **2016年熊本地震震源域の比抵抗構造と震源分布の関係性**

*相澤 広記[1]、麻植 久史[2]、小池 克明[3]、高倉 伸一[4]、吉永 徹[10]、上嶋 誠[5]、小山 崇夫[5]、吉村 令慧[7]、山崎 健一[7]、小松 信太郎[7]、山下 裕亮[7]、市原 寛[9]、宇津木 充[8]、塚本 果織[12]、村松 弾[12]、手操 佳子[1,11]、内田 和也[1]、長谷 英彰[6]、志藤 あずさ[1]、松本 聡[1]、松島 健[1]、清水 洋[1] (1.九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター、2.京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 インフラ先端技術共同研究講座、3.京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻 地球資源学講座・地殻環境工学分野、4.国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、5.東京大学地震研究所、6.地熱技術開発株式会社、7.京都大学防災研究所、8.京都大学火山研究センター、9.名古屋大学大学院環境学研究科 附属地震火山研究センター、10.熊本大学工学部技術部、11.気象庁鹿児島気象台、12.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

11:45 ~ 12:00

[SEM19-11] **中国・四国地方の基盤的比抵抗構造調査（2018年度）**

*塩崎 一郎[1]、宇都 智史[1]、上嶋 誠[2]、畑岡 寛[3]、池添 保雄[3]、山本 真二[3]、野口 竜也[1]、古市 大樹[4]、村山 佑樹[4]、松下 航平[4]、村上 英記[5]、大志万 直人[6]、飯尾 能久[6]、安藤 和也[7] (1.鳥取大学大学院工学研究科、2.東京大学地震研究所、3.鳥取大学技術部、4.鳥取大学工学部、5.高知大学教育研究部自然科学系、6.京都大学防災研究所、7.鳥取県立山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館)

12:00 ~ 12:15

[SEM19-12] 3次元電気比抵抗モデルでイメージされる中部・南部九州下の流体分布

*畑 真紀[1]、宗包 浩志[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3] (1.東京大学地震研究所、2.国土地理院、3.阿蘇ジオパーク推進協議会)

鬼界カルデラのMT観測データの解析
The Analysis of magnetotelluric sounding data on Kikai submarine caldera.

*廣瀬 時[1]、松野 哲男[2,1]、島 伸和[1,2]、沖園 雄希[4]、市原 寛[3]、杉岡 裕子[1,2]、巽 好幸[2,1]
*Toki Hirose[1], Tetsuo Matsuno[2,1], Nobukazu Seama[1,2], Yuki Okizono[4], Hiroshi Ichihara[3], Hiroko Sugioka[1,2], Yoshiyuki Tatsumi[2,1]

1. 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、2. 神戸大学海洋底探査センター、3. 名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター、4. 神戸大学理学部惑星学科
1. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University, 2. Kobe ocean Bottom Exploration Center, Kobe University, 3. Graduate school of environmental studies, Nagoya University, 4. Department of Planetology, Faculty of Science, Kobe University

鬼界カルデラは鹿児島南部海域に位置する海底にあるカルデラである。鬼界カルデラは7.3kaの巨大噴火によって形成されたと考えられており、現在まで急速に巨大な溶岩ドームが形成された (Tatsumi et al., 2018)。本研究の目的は鬼界カルデラ海域浅部の海底下比抵抗構造の特徴を調べ、溶岩ドーム下のメルト、マグマだまりの分布や温度分布の推定を行うことである。今回は観測データから見かけ比抵抗、位相を計算し、地形補正を適用した一次元インバージョン比抵抗構造モデルの推定を行った。

海底電磁差磁力計を用いて鬼界カルデラ海域における海底電場、磁場の観測を行なった。これまで１０観測点で測定周期８Hz、観測期間約２０日間の観測を行なった。そのうち、４点では追加で測定周期６０s、観測期間約半年の観測を行なった。8Hzの観測データを1Hzにダウンサンプリングを行い、時系列補正、一日より長周期のトレンド除去、傾度補正を行なった。その後、地磁気座標変換で観測データを地理的座標系に回転した。観測磁場、電場への観測機器の揺れと連動した変動がみられたので、観測機器の揺れによる影響を取り除くために時系列データにおける海流以外の揺れがないとみられる期間のデータを抽出した。その後BIRRP(Chave and Thomson, 2004)によりMTインピーダンス、見かけ比抵抗値と位相を計算した。リモートリファレンスには鹿屋地磁気観測所の地磁気データを用いた。

観測点での見かけ比抵抗値の傾向を、周期と成分ごとに特徴付けた。周期については見かけ比抵抗値は短周期から長周期になると大きくなる。21秒ではおおよそ1Ωmから10Ωm の値を示し、1024秒についてはおおよそ10Ωmから100Ωmの値を示した。また見かけ比抵抗値の対角成分と非対角成分を比較すると、対角成分がおおよそ１オーダー非対角成分を下回ることがわかった。次に位相の傾向は周期21sから1024sについて、xy成分、yx成分ともに第一象限付近、第三象限付近にとどまった。

FS3D(Baba and Seama, 2002)を利用して、この海域の海底地形による観測データへの影響を調べた。FS3Dの計算結果と剥ぎ取り法(Nolasco et al., 1998)を用いて、MTインピーダンスの地形補正を行なった。地形補正を行なったMTインピーダンスについてOccam1D(Constable et al., 1987)を用いて、観測点下の一次元比抵抗構造を推定した。得られた一次元比抵抗構造を三次元インバージョン計算の結果（松野　他　本学会で発表）と比較した。

キーワード：地磁気電流法、鬼界カルデラ、1次元インバージョン
Keywords: magnetotelluric, Kikai caldera, 1D inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Role of Fluids in the earthquake generation: The Nagamachi-Rifu reverse fault, NE Honshu, Japan

*Sabri Bulent Tank[1], Yasuo Ogawa[2]

1. Bogazici University, 2. Tokyo Institute of Technology

The Japanese island arc was drastically influenced by the occurence of the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M9) which also effected the volcanic activity and modified the local seismicity both of which are proven to be related to crustal fluid distribution. Therefore, for understanding the dynamic behavior of the region and for making further comparisons, developing an electrical conductivity model that enables to image the fluid’ s presence and capacity by means of analyses based on high-quality magnetotellurics data collected prior to the Tohoku-Oki earthquake at 61 sounding locations near the Nagamachi-Rifu Fault, Northeast Honshu, Japan, became an important task. Magnetotelluric data collected along three profiles that orthogonally cross the almost NE-SW geo-electric strike were used to image the epicentral region of this active reverse fault and its vicinity. State-of-the-art three-dimensional data-space inversion schemes were applied on the wide-band magnetotellurics data to map the fluid-rich and/or -depleted zones. Inversions included 0.3 Ohmm cells with realistic bathymetry on both sides of the initial model representing the Japan Sea in the west and Pacific Ocean in the east to realize the ocean effect. Resulting models were compared with prior and post seismicity of the main event.

Keywords: Magnetotellurics, Nagamachi-Rifu fault, Fluids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山崎断層系津山北方の断層のAudio-frequency magnetotelluric調査
Audio-frequency Magnetotelluric Survey of the Tsuyama-hoppou Fault, Yamasaki Fault Zone, southwest Japan.

*山口 覚[1]、高桑 大介[2]、三村 明[1]、福江 一輝[1]、加藤 茂弘[3]、村上 英記[4]、高倉 伸一[5]
*Satoru Yamaguchi[1], Daisuke Takakuwa[2], Akira Mimura[1], Kazuki Fkue[1], Shigehiro Katoh[3], Hideki Murakami[4], Shinichi Takakura[5]

1. 大阪市立大学大学院理学研究科、2. 大阪市立大学理学部、3. 兵庫県立人と自然の博物館、4. 高知大学教育研究部自然科学系理工学部門、5. 産業総合研究所地質調査総合センター
1. Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University, 2. Faculty of Science, Osaka City University, 3. The Museum of Nature and Human Activities, 4. Science and Technology Unit, Research and Education Faculty, Kochi University, 5. Geological Survey of Japan, Institute of Advanced Industrial Science and Technology

山崎断層系は岡山県東部から兵庫県南東部にかけて分布する活断層系で，那岐山断層帯，山崎断層帯主部，草谷断層の3つの起震断層に区分される．このうち那岐山断層帯は山崎断層系の他の断層と断層の運動および地震活動の特徴が異なる．具体的には那岐山断層帯の一般走向，傾斜，ずれの向き，平均的なずれの速度，最新活動時期，平均活動間隔は，隣接する山崎断層帯主部北西部と異なる．那岐山断層帯の断層トレース付近ではあまり地震が発生していないが，また山崎断層帯主部や草谷断層の断層トレース付近では多く地震が発生している．

地震調査委員会（2013）は，那岐山断層帯は西側の津山北方の断層と那岐山断層からなると報告している．近年，岡田ほか（2016）は，那岐山断層を声ヶ屺断層，那岐山断層，那岐池断層（本発表ではこれらを那岐池断層群と総称する）に区分し．また，これらには断層運動による地形変位が認められていると報告している．一方，津山北方の断層（津山北方断層）については，空中写真判読によって活断層と推定されており，更新世中期以降活動の形跡なしとされている（活断層研究会編, 1991）．これ以外には津山北方の断層の地表トレース周辺では断層運動による地形の変位に関する報告は見いだされない．いわば，この断層は未解明な断層と言えよう．

福江（2018）は，那岐山断層群のうち，那岐山断層と那岐池断層の地下構造を地磁気地電流法（Magnetotelluric法；MT法）を用いて明らかにし，那岐池断層が顕著な比抵抗構造境界として認められると報告している．本研究では，先行研究と同じ手法を用いて，未解明な断層である津山北方の断層の地下比抵抗構造を決定した．

津山北方の断層の地表トレースとほぼ直交する全長約4㎞の測線を設定し，この測線上の19点で観測を行った．観測には，比較的浅部（地下数kmまで）の空間分解能が高いAMT法（Audio-Frequency Magnetotelluric法）を採用した．このデータから，深さ約1.5kmまでの2次元比抵抗モデルを決定した．

本発表では，観測の概要を紹介すると共に，得られたモデルの特徴を那岐山断層群の比抵抗モデルと比較しながら紹介する．

キーワード：山崎断層系、津山北方の断層、活断層、比抵抗、地磁気地電流法
Keywords: Yamasaki Fault Zone, Tsuyama-hoppou Fault, active fault, resistivity, Magnetotellurics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震震源域の比抵抗構造と震源分布の関係性

Three dimensional resistivity structure around the focal region of the 2016 Kumamoto earthquakes

*相澤 広記[1]、麻植 久史[2]、小池 克明[3]、高倉 伸一[4]、吉永 徹[10]、上嶋 誠[5]、小山 崇夫[5]、吉村 令慧[7]、山崎 健一[7]、小松 信太郎[7]、山下 裕亮[7]、市原 寛[9]、宇津木 充[8]、塚本 果織[12]、村松 弾[12]、手操 佳子[1,11]、内田 和也[1]、長谷 英彰[6]、志藤 あずさ[1]、松本 聡[1]、松島 健[1]、清水 洋[1]
*Koki Aizawa[1], Hisashi Asaue[2], Katsuaki Koike[3], Shinichi Takakura[4], Toru Yoshinaga[10], Makoto Uyeshima[5], Takao Koyama[5], Ryokei Yoshimura[7], Ken'ichi Yamazaki[7], Shintaro Komatsu[7], Yusuke Yamashita[7], Hiroshi Ichihara[9], Mitsuru Utsugi[8], Kaori Tsukamoto[12], Dan Muramatsu[12], Yoshiko Teguri[1,11], Kazunari Uchida[1], Hideaki Hase[6], Azusa Shito[1], Satoshi Matsumoto[1], Takeshi Matsushima[1], Hiroshi Shimizu[1]

1. 九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター、2. 京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 インフラ先端技術共同研究講座、3. 京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻 地球資源学講座・地殻環境工学分野、4. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、5. 東京大学地震研究所、6. 地熱技術開発株式会社、7. 京都大学防災研究所、8. 京都大学火山研究センター、9. 名古屋大学大学院環境学研究科 附属地震火山研究センター、10. 熊本大学工学部技術部、11. 気象庁鹿児島気象台、12. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Laboratory on Innovative Techniques for Infrastructures, Kyoto University, 3. Environmental Geosphere Engineering, Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto University, 4. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 6. GERD, 7. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 8. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 9. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 10. Kumamoto University, 11. Japan Meteorological Agency, 12. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

熊本地震震源域周辺の80観測点で行われた広帯域MT観測データを用いて3次元比抵抗構造が推定され、本震や前震など比較的規模の大きい地震の破壊開始点は低比抵抗体のへりに位置すること、本震の破壊が阿蘇火山下の低比抵抗で阻害された可能性が示唆された(相澤他, 2017, Sgepss秋学会)。本発表では2018年12月に日奈久断層帯、宇土半島周辺の40観測点で実施した広帯域MT観測データを新たに加え、より詳細な3次元比抵抗構造を報告する。また地震波速度構造 (Shito et al., 2017)を考慮しDouble Difference 法によって再決定された震源との対応を定量的に議論する。これまでの解析により熊本地震震源域には低比抵抗体が存在することが推定されているが、その周辺で破壊が生じているように思われる高比抵抗領域の空間分布や比抵抗値はそれほど拘束できていなかった。これまで観測点が存在しなかった宇土半島と、市街地である日奈久断層帯で新たな広帯域MTデータを取得することで、実際に破壊が生じた布田川断層、微小地震が時間とともに広がった熊本平野、地震が発生していない宇土半島ー天草諸島、そして日奈久断層帯、それぞれの比抵抗構造の特徴と、高精度で再決定された震源分布との対応を議論する予定である。

謝辞
MT応答関数推定には気象庁柿岡地磁気観測所の磁場データを参照点として使用しました。広帯域MT調査には高村直也、雨宮康二、緒方美季、渡部陽奈、藤森佳奈さんの協力を頂きました。本研究は地震調査研究推進本部「平成２８年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査」、文部科学省科研費「2016年熊本地震と関連する活動に関する総合調査」(JP16H06298)、文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の支援を受けました。広帯域MT観測装置の使用は東京大学地震研究所共同利用の助成を受けました。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：比抵抗構造、MT法、熊本地震
Keywords: resistivity structure, magnetotellurics, Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中国・四国地方の基盤的比抵抗構造調査（2018年度）
A research report on the fundamental investigations of an electrical resistivity structure beneath Chugoku and Shikoku regions, southwestern Japan(2018)

*塩崎 一郎[1]、宇都 智史[1]、上嶋 誠[2]、畑岡 寛[3]、池添 保雄[3]、山本 真二[3]、野口 竜也[1]、古市 大樹[4]、村山 佑樹[4]、松下 航平[4]、村上 英記[5]、大志万 直人[6]、飯尾 能久[6]、安藤 和也[7]
*Ichiro Shiozaki[1], Tomofumi Uto[1], Makoto Uyeshima[2], Hiroshi Hataoka[3], Yasuo Ikezoe[3], Shinji Yamamoto[3], Tatsuya Noguchi[1], Daiki Furuichi[4], Yuki Murayama[4], Kohei Matsushita[4], Hideki Murakami[5], Naoto Oshiman[6], Yoshihisa Iio[6], Kazuya Ando[7]

1. 鳥取大学大学院工学研究科、2. 東京大学地震研究所、3. 鳥取大学技術部、4. 鳥取大学工学部、5. 高知大学教育研究部自然科学系、6. 京都大学防災研究所、7. 鳥取県立山陰海岸ジオパーク海と大地の自然館
1. Graduate School of Engineering, Tottori University, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Technical Department, Tottori University, 4. Faculty of Engineering, Tottori University, 5. Research and Education Faculty , Kochi University, 6. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 7. San'in Kaigan Geopark Museum of the Earth and Sea

【背景・目的】本研究では、地震・火山噴火による災害の軽減に貢献するために、中国・四国地方において基盤的な比抵抗構造調査を行い、地殻・マントル上部の空間・構造的不均質性を明らかにすることを目的とする。山陰地域では、歪み集中帯外における地震発生と比較的長い期間に噴火記録のない火山と地殻流体との関連を解明すること、内陸地震発生域と内陸地震空白域および深部低周波地震域の構造的不均質性、また、四国地方では、地殻地震およびスロー地震の発生様式と構造的地域性等について、沈み込む海洋プレートから供給が想定される流体と関連づけることが重要である。

これまでに京都大学防災研究所並びに鳥取大学大学院工学研究科を中心とする研究グループは、山陰地方や四国地方外帯において電気比抵抗構造と地震活動の間に密接な関連がみられることを示してきた。例えば、山陰地方東部では、鳥取地震（1943年、M=7.2）の地震断層である吉岡・鹿野断層をはじめとして、顕著な地震の震源域およびそれらを含み日本海沿岸部に沿う帯状の地震活動域を横切る測線でMT調査を実施し、ほぼ東西方向に伸びる地震活動帯に沿って、高比抵抗領域である地震発生層の下、地殻深部に低比抵抗領域の存在を明らかにした。これと調和的な研究成果が測地学研究から示された。国土地理院GPS電子基準点データ解析により、鳥取・島根北部が南部に対して相対的に東に５mm／年で変位しており、歪みが集中しつつあることが判明し、この「ひずみ集中帯」と1943年鳥取地震、1983年鳥取県中部の地震、2000年鳥取県西部地震との関連が示唆された（西村(2015)）。

しかしながら、先述の山陰地方の比抵抗研究グループが提唱してきたモデルと調和しない比抵抗研究の成果（例えば、塩崎他(2015)）も示された。もし、内陸地震が地震活動帯直下の不均質構造に起因する局所的な応力集中により発生する（飯尾、2009）ならば、この不均質構造について今後はさらなる面的な構造データの充実を図ることが必要である。

一方、四国地方においては、主に外帯での調査結果から上部地殻内に顕著な低比抵抗領域が存在し、それと中央部・西部では無地震域との明瞭な関連が示唆された。地震現象の統一的理解のためには、スロー地震の活動様式だけでなく発生環境や発生原理の解明の重要（小原(2017)）であるため、大局的な比抵抗構造の地域特性を解明するための基盤的比抵抗構造調査が求められる。

【実施内容】このような背景のもと、山陰地方においては2016年に発生した鳥取県中部(M6.6)の地震震源断層周辺域の不均質構造の実態の解明を目的として、既存観測では取得されていない南側延長部ならびに西方域の比抵抗構造の推定精度をあげるために、鳥取・岡山県境脊梁部ならびに鳥取県中西部域において追加観測を実施した。観測は2018年11月初旬から12月初旬にかけて合計12地点で、自然界に存在する微弱な電磁場変動を信号とする広帯域MT法観測を実施した。広帯域MT法観測にはフェニックス社製の測定器MTU-５および

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MTU-５Aを使用し、原則として地磁気3成分と電場2成分を測定した。震央を横切る南北測線において東西走向の２次元構造をもつものと仮定してOgawa and Uchida(1996)のコードを用いて構造解析を行った。その結果、震源域の南側地殻深部にみられていた低比抵抗領域の南限位置を確認することができた。

中国・四国地方では大局的な3次元比抵抗構造の解明を目指し、2017年度研究と同様、新規ならびに再解析・既存データを活用・統合して各地点で得られたdeterminant impeadanceデータに対して１次元Occam inversionを実施し、中国・四国地方における深度別比抵抗分布図を作成した。10km深度の比抵抗分布図から、山陰地方の地殻深部の低比抵抗領域はある程度の規模を持って東西方向に連続的に存在することが再確認された。四国地方では、中央構造線周辺域を境とする相対的な高/低の比抵抗構造の存在が顕著である。瀬戸内海側の観測の空白域はあるものの、その高比抵抗地殻の北部延長に関しては、山陰地方の低比抵抗領域の南限までの連続性が示唆される。また、この深度において地殻地震の震央分布との対応関係をみれば、中央構造線周辺北側・内帯では、高比抵抗域もしくはその境界領域と明瞭な対応がみられるが、この関連性は山陰地方におけるそれと共通する知見である。

【謝辞】四国地方の観測研究では主に文部科学省による災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画、また、鳥取県中西部の地震域周辺のデータ取得には2018年度鳥取県環境学術研究等振興事業の支援を受けた。本観測では京都大学防災研究所の共同研究機器を使用した。参照磁場記録は日鉄鉱コンサルタント株式会社の無償提供データである。ここに謝意を表す。

キーワード：電気比抵抗、中国・四国地方、基盤的構造調査
Keywords: electrical resistivity, Chugoku and Shikoku regions, fundamental investigations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3次元電気比抵抗モデルでイメージされる中部・南部九州下の流体分布
Fluid distribution beneath central and southern Kyushu imaged by 3-D electrical resistivity model

*畑 真紀[1]、宗包 浩志[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3]
*Maki Hata[1], Hiroshi Munekane[2], Hisashi Utada[1], Tsuneomi Kagiyama[3]

1. 東京大学地震研究所、2. 国土地理院、3. 阿蘇ジオパーク推進協議会
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo , 2. Geospatial Information Aurhotiry of Japan, 3. Aso Geopark Promotion Council

The island of Kyushu is characterized by a high concentration of active Quaternary volcanoes along a volcanic front of N30˚E–S30˚W associated with the subduction of the Philippine Sea Plate. Some of the active volcanoes exist in southern Kyushu (the southern volcanic region), whereas no volcano exists in central Kyushu (the non-volcanic region). Most of volcanoes in the southern volcanic region exist in the Kagoshima Graben, whose formation was created with ejecting huge pyroclastic flows by the Quaternary volcanism. The Kirishima volcano group appears in Kakuto-Kobayashi caldera on the northern edge of the graben. Shinmoe-dake of the Kirishima volcano group experienced a magmatic eruption of the VEI 3 in 2011 and ash emissions in March 2018. Moreover, Iwo-yama of the Kirishima volcano group experienced hot material ejections in April 2018. Besides, Sakurajima volcano in the southern part of the graben has experienced 153–1,355 small eruptions per year for the last 10 years (the Japanese Meteorological Agency).
The Philippine Sea Plate, whose subduction involves the formation of the volcanic island of Kyushu, in and around Kyushu is classified into three portions: a younger portion, an older portion, and the other part of the Kyushu–Palau Ridge between the two portions. A non-volcanic region distributes in central Kyushu above a junction where the three portions of the subducting Philippine Sea Plate contact with each other. Owing to the subduction of the Philippine Sea Plate, moment magnitude 7-class thrust earthquakes have repeatedly occurred in the Hyuga-nada, lying offshore of the southeast Kyushu. In addition, recent studies using continuous global-navigation-satellite-system data have revealed that long-term slow slip events and short-term slow slip events occur in the Hyuga-nada. Besides, most of the earthquakes in the land area occur along three tectonic lines: Oita-Kumamoto tectonic line, Usuki-Yatsushiro tectonic line and Butsuzo tectonic line.
Fluid distribution in the mantle wedge is an essential factor for the seismic activity and magmatism leading to volcanic activity. Electromagnetic sounding data have high sensitivity to a few percent of interconnected fluids (aqueous fluid and melt). In this study, we generated a three-dimensional (3-D) electrical resistivity model by inverting magnetotelluric data, which covers the active southern volcanic region and the non-volcanic region, to examine the fluid distribution in the mantle wedge beneath Kyushu. We find three important conductive features in the 3-D model. A magma system and a fluid system imaged as two vertical conductors relating to slab-derived fluid, which exist along the volcanic front beneath the southern volcanic region and the non-volcanic region, respectively. The other conductor, relating to the presence of slab-derived fluid and serpentinite in the mantle wedge, appears at a blank area of the slow slip events.

キーワード：3次元比抵抗モデル、流体分布、火成活動、地震活動、マントルウェッジ
Keywords: 3-D electrical resistivity model, Fluid distribution, magmatism, seismic activity, mantle wedge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)

地震や火山活動に関係した電磁気現象、地球や惑星内部の電磁気学的構造を研究対象とし、野外観測、海底観測、人工衛星観測、室内実験、数値実験から得られた知見、解析手法や観測装置の開発などについての発表と議論を行う。

[SEM19-P01] 絶対湿度が乾燥岩石試料表面と電極間の接触抵抗に与える影響

*鈴木 健士[1]、吉村 令慧[2]、山崎 健一[2]、大志万 直人[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[SEM19-P02] IGRFを基礎とした日本周辺の地磁気変化モデル(2): 斜軸メルカトル図法上の磁場のモデル化

*小河 勉[1] (1.東京大学地震研究所)

[SEM19-P03] Examination of criteria to remove the influence of the Sq-field variations from electromagnetic field spectra for a better estimation of regional electromagnetic responses

*LI RUIBAI[1]、清水 久芳[1]、馬場 聖至[1]、歌田 久司[1] (1.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo)

[SEM19-P04] **地電流観測の長周期変動の考察**

*小関 廉[1]、藤井 郁子[1] (1.気象庁)

[SEM19-P05] Deep electrical conductivity structure of Eastern Marmara, Turkey by long period magnetotellurics

*Sabri Bulent Tank[1]、Naoto Oshiman[2]、Mustafa Karas[1]、Ryokei Yoshimura[2]、Yasuo Ogawa[3] (1.Bogazici University、2.Kyoto University、3.Tokyo Institute of Technology)

[SEM19-P06] 栗駒火山北側山腹におけるAMT観測

*小林 拓也[1]、坂中 伸也[1]、筒井 智樹[1]、ビン・ザイヌディン ムハンマッド・ファイズル・ニザム[1]、井上 雄介[1]、加藤 健太[1]、森脇 知哉[1]、多田 悠也[1]、竹井 瑠一[1] (1.秋田大学)

[SEM19-P07] 日本東北地方南部の地殻の三次元比抵抗構造

*本山 葵[1]、小川 康雄[2]、上嶋 誠[3]、浅森 浩一[4]、内田 利弘[5]、長谷 英彰[6]、小山 崇夫[3]、坂中 伸也[7]、山谷 祐介[5]、相澤 広記[8]、市來 雅啓[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東京工業大学理学院火山流体研究センター、3.東京大学地震研究所、4.独立行政法人日本原子力研究開発機構、5.産業技術総合研究所、6. 地熱技術開発（株）、7.秋田大学大学院国際資源学研究科、8.九州大学大学院理学研究院)

[SEM19-P08] 雌阿寒岳北麓におけるMT法比抵抗構造探査

*井上 智裕[1]、橋本 武志[1] (1.北海道大学理学院地震火山研究観測センター)

[SEM19-P09] Hydrothermal system of Kuttara Volcanic Group inferred from 3D resistivity modeling (2)

*田中 良[1]、早川 美土里[2]、橋本 武志[1]、神田 径[3]、森田 裕一[4]、青山 裕[1]、上嶋 誠[4] (1.北海道大学理学研究院附属地震火山研究観測センター、2.三井石油開発株式会社　地熱事業部、3.東京工業大学理学院火山流体研究センター、4.東京大学　地震研究所)

[SEM19-P10] 阿蘇火山の3次元磁化構造解析

*宇津木 充[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター)

[SEM19-P11] 楕円体圧力源によるピエゾ磁気変化（序報）

*笹井 洋一[1] (1.東海大学・海洋研究所・地震予知研究センター)

絶対湿度が乾燥岩石試料表面と電極間の接触抵抗に与える影響
Effects of absolute humidity on contact resistance between dry rock sample surface and electrodes

*鈴木 健士[1]、吉村 令慧[2]、山崎 健一[2]、大志万 直人[2]
*Takeshi Suzuki[1], Ryokei Yoshimura[2], Ken'ichi Yamazaki[2], Naoto Oshiman[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

様々な地下環境を再現した条件下での岩石比抵抗測定は、電磁 ・電気探査の結果を正確に解釈するために必要不可欠である。しかし、岩石比抵抗測定上の問題として、岩石試料と測定電極間の接触抵抗が挙げられる。特に、乾燥状態の岩石試料は接触抵抗が非常に高い。高接触抵抗の測定は非常に困難なため、その性質も十分に調べられていない。

我々は接触抵抗の性質を明らかにするため、高接触抵抗の測定手法を新たに構築し、乾燥花崗岩表面と導電性エポキシ樹脂製電極間の接触抵抗を測定した。また、大気中の水蒸気と岩石試料の相互作用を考慮して、複数の湿度条件で接触抵抗を繰り返し測定した。

結果、絶対湿度の増加に対する接触抵抗の減少が確認された。両者の間には明確な関係が見出され、その関係は指数関数により近似された。この結果は、湿度増加に伴う電極と岩石試料の接触面積増加を示唆している。接触面積の増加は、接触面に存在する微小間隙を大気中の水分が埋めることで生じたものと解釈された。

キーワード：接触抵抗、大気中の水分、絶対湿度、接触面積、導電性エポキシ樹脂、花崗岩
Keywords: contact resistance, atmospheric Moisture, absolute humidity, contact area, conductive epoxy, granite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IGRFを基礎とした日本周辺の地磁気変化モデル(2): 斜軸メルカトル図法上の磁場のモデル化

Japanese geomagnetic field variation model based on the IGRF (2): modeling on the oblique Mercator projection

*小河 勉[1]
*Tsutomu Ogawa[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

日本周辺の高精度な地磁気モデルないし地磁気変化モデルは、その地磁気参照場として、地殻活動域における地殻活動起源の地磁気変化の観測に対して有用である。阿部・宮原(2015)による主成分分析を用いた日本周辺の地磁気変化モデルは、地磁気が一般には無発散とはならない点で、地磁気変化の統計モデルではあるが物理モデルではない。また任意の地点での地磁気変化観測に対するモデルの誤差評価は行われていない。これらの課題の克服を期して小河(2018, JpGU)が作成した日本周辺の地磁気変化モデルに対し、本研究では次の2点を修正した新たなモデルの誤差を評価した。1)メルカトル図法上の日本周辺をデカルト座標系で表現した地磁気変化のモデル化を、北東・南西方向に伸びる日本列島を大楕円上に乗せる斜軸メルカトル図法上の日本周辺をデカルト座標系で表現した地磁気変化のモデル化とした。2)国土地理院地球電磁気連続観測装置のデータのモデル残差にはセンサー温度と相関のある年周変化成分が顕著なので、これを除去した。

2005年から2014年までの、気象庁地磁気観測所及び国土地理院の5観測所、国土地理院の10地球電磁気連続観測装置における地磁気データの日値を用いて作られた地磁気変化モデルは、データのIGRFからの残差を、石川県南東部の地表に原点を持つデカルト座標系の座標の3次までの多項式で磁気スカラーポテンシャルを用いて表現される。展開係数の時系列をロバスト最小二乗法で推定した結果、次のような結果が得られた。1)モデル残差の平均値は1.28nTとなる。2)一個抜き交差検証の結果、抜いた観測地点のデータの予測誤差の平均値は1.94nTとなる。3)展開係数のjackknife標準誤差から見積もられる、各地点における予測誤差の平均値はモデル残差の平均値と同程度の1.16nTとなる。4)モデル作成に用いない、日本列島主要部から離れた気象庁地磁気観測所父島観測点のデータのモデル残差の平均値は5.06nTとなる。

得られた地磁気モデルの、展開係数のjackknife標準誤差の空間への伝播から求められる予測誤差は、北東・南西に伸びる日本列島の主要部において最大で、水平2成分で平均約2nT、鉛直成分で平均約3nTと見積もられた。本研究で得られた日本周辺の地磁気変化モデルは、日本列島の主要部において平均で数nTの精度を持つものと言える。

キーワード：地磁気変化モデル、斜軸メルカトル図法、一個抜き交差検証、jackknife標準誤差
Keywords: Geomagnetic field variation model, oblique Mercator projection, Leave-one-out cross-validation, jackknife standard error

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Examination of criteria to remove the influence of the Sq-field variations from electromagnetic field spectra for a better estimation of regional electromagnetic responses

*LI RUIBAI[1]、清水 久芳[1]、馬場 聖至[1]、歌田 久司[1]
*RUIBAI LI[1], Hisayoshi Shimizu[1], Kiyoshi Baba[1], Hisashi Utada[1]

1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Electromagnetic (EM) responses such as magnetotelluric (MT) impedance and geomagnetic depth sounding (GDS) response (or tipper) in the period range between several minutes to one day are used to study the electrical conductivity in the upper mantle. Spatially uniform and quasi-random magnetic field variations due to geomagnetic disturbances are considered as the source field in regional EM induction studies using the EM responses. However, the magnetic field variations in the period range from to seconds (mixed excitation band, or ME band) contain those with different spatial structure such as the solar quiet (Sq) daily variations and those induced by the ocean tide. Careful treatment of EM field data is necessary to estimate responses in the ME band that reflect actual conductivity structure. For example, Baba et al. (2010) estimated the EM responses in the period range from to seconds using a method based on Fourier transform after removing line spectra of EM field variations at periods of Sq field variations that include the higher harmonics and constituents of ocean tides. However, it was shown that the estimated responses in the ME band still included the influence of Sq field variations (Shimizu et al., 2011).

In this study we try to estimate EM responses that are less influenced by the Sq field variations. We employed line spectra of EM field obtained by using Sompi method, so called wave element (or namiso) (e.g., Kumazawa et al.,1990, Asakawa eta al.,1988), to estimate the EM responses in order to avoid the influence of the Sq field variations that could be contained in continuous spectra. Also, three conditions are applied to select appropriate wave elements from observed ones for EM response estimations. First is to select wave elements of which eastward component have common phase or that close to each other at two stations. This can avoid wave elements influenced by the Sq field variations since their westward propagation causes systematic phase difference of the magnetic field for supposed longitude difference and apparent period, which is determined by the longitudinal wave number of the variation. Second is to select magnetic field spectra that are linearly polarized in horizontal-vertical plane, because that influenced by the Sq field variations are expected to be more elliptically polarized in the plane than those suitable for regional EM response estimation. Ellipticity of the polarization ellipse is used to apply the condition. Third is to select those which have small ratio of the vertical to the horizontal magnetic field components, because the Sq field variations contain significant vertical magnetic field component that can cause larger amplitude of tipper than those from plane wave. It was confirmed that estimated phase difference, ellipticity, and vertical to horizontal field ratio showed a signature of Sq field variations in the ME band but not at a period shorter than seconds.

In this presentation, we are going to show the characteristics of the observed phase difference, ellipticity, and vertical to horizontal field ratio with respect to the period. Criteria to apply the conditions are assumed based on theoretical estimate of the magnetic field due to Sq principle mode and the induced field in assumed one dimensional Earth. The EM responses obtained by applying each condition are shown and the improvement or influence in the obtained responses, as a result, are discussed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

quantitatively.

Asakawa, E., et al. (1988). *J. Geomagn. Geoelec.,*40: 447-463.

Baba, K., et al. (2010).*Phys. Earth planet. Inter.,*183: 44-62.

Kumazawa, M., et al. (1990). *Geophys. J. Int.,*101: 613-630.

Shimizu, H., et al. (2011). *Geophys. J. Int.,*186: 193-206.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地電流観測の長周期変動の考察
Study on long-term variation of geoelectric field observation

*小関 廉[1]、藤井 郁子[1]
*Ren Ozeki[1], Ikuko Fujii[1]

1. 気象庁
1. Japan Meteorological Agency

気象庁地磁気観測所では,柿岡,鹿屋,女満別の3地点で地磁気と地電位差の連続観測を数十年以上続けている.得られた地電位差は,多くの誘導地電位差事例を調べることができる唯一のデータセットとして世界中で利用されている.

地電位差観測では,約200-300m離れた2つの電極の間の電位差を観測している.電極は地下3ｍに埋められている.

地電位差データにおいては,地磁気変動と関係のない周期数日以上の変動が見られ,特に柿岡の南北成分で顕著である.この変動について降水との関係を指摘した先行研究(例えば森永,外谷(2015)や大川,他(1995))があるが,具体的なメカニズムは不明である.

本研究は,柿岡の地電位差の南北成分で顕著に長周期変動が発生するプロセスを解明し,対策を提案することを目的とする.本研究では,森永,外谷(2015)による電極調査と藤井,他(2007)によるVLF-MT観測の解析結果から,南電極周辺の地下数mの浅部構造に注目する.

土壌の比抵抗の分布を通じて地下の成層構造を推定するために,南電極から半径約20mの範囲で電気探査を行った.地磁気観測に影響を与えないようにするため簡易の機材を用い,2018年3月, 5月, 10月に南電極周辺の7測線,東電極周辺の2測線,ボーリング孔周辺1測線で観測した（図1）.

本発表では,3月と10月のデータの解析結果を示す.測定された測線の電位差と電流から見かけ比抵抗を計算した.地下構造は3層の1次元構造と仮定し,各測線ごとに見かけ比抵抗を最もよく説明できる比抵抗の分布の最適モデルをグリッドサーチによって推定した.その結果,各測線とも,地表から地下へ,高比抵抗層(200-600Ωm),低比抵抗層(50-100Ωm),高比抵抗層(200-300Ωm)という構成になった.

比抵抗分布の最適モデルの解釈は,過去に柿岡で行われたボーリング調査を参考にして行った.例として3月の測定結果に対する最適モデルとその解釈を図2に示す.最適モデルの第1層目は透水性が高い表土,第2層目は透水性が低い粘土と解釈した.南電極から東側に第2層上面が下がっていることと地形の勾配が降水時に地面に染み込んだ水の流れを誘発し, 南電極に影響を与えていると推測した.

キーワード：地電流観測、電気探査
Keywords: geoelectric field observation, electrical prospecting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

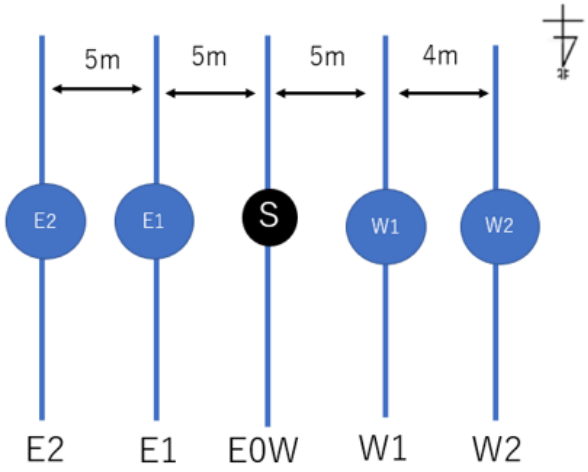


Figure 1

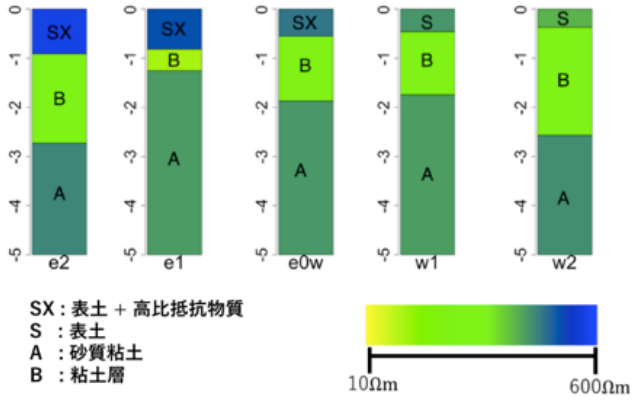


Figure 2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deep electrical conductivity structure of Eastern Marmara, Turkey by long period magnetotellurics

*Sabri Bulent Tank[1], Naoto Oshiman[2], Mustafa Karas[1], Ryokei Yoshimura[2], Yasuo Ogawa[3]

1. Bogazici University, 2. Kyoto University, 3. Tokyo Institute of Technology

The electrical resistivity structure of a 100 km x 100 km region at northwestern Anatolia was examined by using long period magnetotelluric data with the aim to image the geo-electrical features at the lower crust and upper mantle. The electromagnetic impedance tensor elements were obtained for eighteen sounding locations within a period range of 20-13000 seconds. The soundings were distributed over the epicentral region of the 1999 Izmit earthquake and its vicinity including the Pontides in the north, Intra-Pontid transition zone and Sakarya Continent in the south. Three-dimensional data-space inversions of the long period magnetotellurics data were performed iteratively to achieve the electrical resistivity structure. In order to determine and overcome the complexities caused by the coast effect that arise due to presence of the conductive Black Sea, the dimensionality of the magnetotellurics data were examined in detail by means of induction arrows and phase tensor ellipses. These complexities may have transpired due to the seismically active branches of the North Anatolian Fault and presence of the Intra-Pontide Suture, too. The final resistivity models revealed a low resistivity zone trapped between two highly resistive blocks of Istanbul Zone in the north and Sakarya Continent in the south. This low conductivity zone coincides with the two main branches of the North Anatolian Fault and may be promoting the seismic activity in both of the branches.

Keywords: Magnetotellurics, North Anatolian Fault, Izmit earthquake, Fluids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

栗駒火山北側山腹におけるAMT観測
Audio-frequency magnetotelluric survey on the northern edifice of the Kurikoma volcano, northeast of Japan

*小林 拓也[1]、坂中 伸也[1]、筒井 智樹[1]、ビン・ザイヌディン ムハンマッド・ファイズル・ニザム[1]、井上 雄介[1]、加藤 健太[1]、森脇 知哉[1]、多田 悠也[1]、竹井 瑠一[1]
*Kobayashi Takuya[1], Shin'ya Sakanaka[1], Tomoki Tsutsui[1], Muhammad Faizul Nizam Bin Zinudin[1], Inoue Yusuke[1], Kenta Kato[1], Tomoya Moriwaki[1], YUYA TADA[1], Ryuichi Takei[1]

1. 秋田大学
1. Akita University

栗駒火山は，秋田・岩手・宮城の県境に位置する，標高1,627mの活火山である．栗駒火山の噴火様式はマグマ噴火と水蒸気噴火である．有史以降では，1744年と1944年に水蒸気噴火の記録があり，両噴火地点には昭和湖と呼ばれる火口湖が形成されている．現在も噴気活動が活発な活火山である．栗駒火山における地球物理学的研究の背景として，2008年岩手・宮城内陸地震に伴った構造探査の研究報告があり，その中で広帯域MT観測が実施されている（例えば，Mishina 2009；Ichihara et al., 2014）．しかし，対象が深部構造であるため，火山噴火を対象とした地下数kmの地下構造はいまだに明らかになっていない．本研究では，AMT観測により得られる栗駒火山直下の浅部比抵抗構造から，火山噴火発生のカギとなる構造を見出すことを目的とする．

AMT観測は2018年8月から11月にかけて実施した．噴気活動が盛んである昭和湖と地獄谷噴気を横断する南北方向と，硫黄山・湯気山を横断する東西方向に測線を展開し，合計13点で観測を実施した．測定機材は，Phoenix Geophysics Ltd.（カナダ）製のMTU-5Aを用いた．それぞれの観測点で電場2成分，磁場3成分を測定した．測定時間は3時間から長くて1晩かけて測定した．

本研究では，構造の次元性と比抵抗分布の特徴を評価するために，フェイズテンソル (Caldwell et al., 2004) とインダクションベクトル (Parkinson, 1962) の概念を用いた．フェイズテンソルの結果から，10 Hzより高周波数の範囲において，スキュー角は5°未満で，楕円率は0.2未満であった．したがって，地表下1 km前後の構造は均質構造であることが示唆される．また，周波数が10 Hzより低周波数の領域において，インダクションベクトルの方向が剣岳の方向を向く傾向がある．地形効果を考慮する必要はあるが，マグマ噴火が発生している剣岳直下の地下1 km以深において低比抵抗領域が分布している可能性が考えられる．

構造解析には，Ogawa and Uchida (1996) による2次元インバージョンコードを使用した．最終モデルには大きく分けて3つの特徴がある．1つ目は，地表付近には低比抵抗領域（C1）が分布していることである．C1は噴気地帯及び温泉帯に向かって，その比抵抗が低くなる傾向がある．2つ目は，高温噴気地帯（地獄谷噴気・硫黄山噴気・湯気山噴気）直下の低比抵抗領域（C1）の下層に高比抵抗（R1）が分布していることである．高温噴気が地上に現れていることから，高比抵抗領域（R1）は高温体あるいは蒸気卓越領域であることが示唆される．3つ目が東西断面の東部において，比抵抗値はR1ほど高くはないものの，高比抵抗領域（R2）が存在することである．R2の直上において，噴気活動は確認されないが，過去の水蒸気噴火火口の痕跡が分布している．このことから，R2は過去の水蒸気噴火の火山活動の痕跡で，R1とR2の比抵抗のコントラストの違いは火山活動度によるものである可能性が考えられる．

キーワード：比抵抗構造、AMT、栗駒火山、水蒸気噴火、熱水系
Keywords: Resistivity structure, AMT, Kurikoma volcano, Phreatic eruption, Hydrothermal system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本東北地方南部の地殻の三次元比抵抗構造
A three-dimensional crustal electrical resistivity model beneath southern Tohoku district, NE Japan

*本山 葵[1]、小川 康雄[2]、上嶋 誠[3]、浅森 浩一[4]、内田 利弘[5]、長谷 英彰[6]、小山 崇夫[3]、坂中 伸也[7]、山谷 祐介[5]、相澤 広記[8]、市來 雅啓[1]
*Aoi Motoyama[1], Yasuo Ogawa[2], Makoto Uyeshima[3], Koichi Asamori[4], Toshihiro Uchida[5], Hideaki Hase[6], Takao Koyama[3], Shin'ya Sakanaka[7], Yusuke Yamaya[5], Koki Aizawa[8], Masahiro Ichiki[1]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東京工業大学理学院火山流体研究センター、3. 東京大学地震研究所、4. 独立行政法人日本原子力研究開発機構、5. 産業技術総合研究所、6. 地熱技術開発（株）、7. 秋田大学大学院国際資源学研究科、8. 九州大学大学院理学研究院
1. Graduate school of science, Tohoku university, 2. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 3. Earthquake research institute, the university of Tokyo, 4. Japan Atomic Energy Agency, 5. National institute of advanced industrial science and technology, 6. Geothermal Energy Research & Development Co., Ltd, 7. Graduate School of International Resource Sciences Department of Earth Resource Engineering and Environmental Science, Akita University, 8. Graduate school of science, Kyusyu university

Hasegawa et al. (2005)は、地震学および測地学的データを基に、典型的な東北地方の島弧横断の地殻断面モデルを提案し、そのモデルでは、島弧中央の奥羽脊梁下の下部地殻にマグマ・地殻流体の貯留体の存在が示唆されている。最近、Uyeshima et al. (2016)は新潟県阿賀野市ー福島県いわき市を横切る二次元比抵抗構造モデルを推定し、そのモデルでは、脊梁下だけでなく、前弧と背弧下の下部地殻にも低比抵抗体が推定された。特に前弧の低比抵抗体は、東北地方太平洋沖地震後に活発化したいわき市の群発地震震源域のほぼ直下に位置している。一方Uyeshima et al. (2016)の測線からほぼ平行に約50 km北の測線での二次元比抵抗モデルでも、脊梁と背弧下の下部地殻に顕著な低比抵抗体が示唆された（本山 他, 2018 JpGU）。しかし、前弧下の下部地殻には低比抵抗体は推定されていない。これまでの比抵抗構造モデルは殆どが2次元モデルに限られている為、本研究では、過去に東北地方の南部で取得されている電磁場データをコンパイルし、特に前弧と背弧下の下部地殻に注目しながら、三次元比抵抗構造モデルを推定した。

コンパイルしたデータは観測点全118点の電磁場データで、BIRRP (Chave and Thomson, 2004)とPhoenix社SSMT2000プログラムを用いて、全てのMT応答関数と地磁気変換関数を再解析した。Phase tensor (Caldwell et al., 2004) の行列式の平方根、Φ_2の空間分布をみると、探査領域の北部の背弧側と、南部の前弧および脊梁の周期10 –100秒で高い値が見られた。得られた応答関数をWSINV3D_MPI (Siripunvaraporn & Egbert, 2009)でインバージョンを行った。MTデータのみを用いたモデルでは、蔵王山付近の東西断面を見ると、背弧の地殻深部から奥羽脊梁下の近く浅部にかけての低比抵抗体がみられる。一方、前弧の地殻には、低比抵抗体は見られない。深さ22.5 kmの平面図でみると、探査領域北部の背弧から南部の脊梁にかけて比抵抗体が分布している。現在MTデータと地磁気変換関数のの両者を用いた計算を行っており、その結果と議論について発表する予定である。

キーワード：Magnetotellurics、地殻流体
Keywords: Magnetotellurics, geofluids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雌阿寒岳北麓におけるMT法比抵抗構造探査
Magnetotelluric survey on the northern foot of Meakandake volcano

*井上 智裕[1]、橋本 武志[1]
*Tomohiro Inoue[1], Takeshi Hashimoto[1]

1. 北海道大学理学院地震火山研究観測センター
1. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Hokkaido University

We performed a broadband MT survey in the northern part of Mt. Meakandake in August and September in 2018. Mt. Meakandake is one of the active volcanoes in the southwestern part of Akan caldera in eastern Hokkaido. Recently, a remarkable ground inflation has been reported on the northeastern foot of Meakandake. We planned a magnetotelluric survey to investigate the electrical structure across the deformation source. In this study, we describe the features of our MT data and show the 1-D models as a preliminary modeling.

The Geospatial Information Authority of Japan (2018) reported a remarkable crustal inflation on the basis of the GNSS observation and InSAR analysis from late 2016 through 2017. They modeled the deformation as an opening of the sill-like crack (about 11 km long and 2 km wide) at a depth of about 6 km on the northeastern foot of Meakandake. As the estimated deformation source was large, we considered that it might be imaged as a low resistivity anomaly, if it was related to magma or hydrothermal system. Investigating the subsurface structure across such an extensive inflation source will also contribute to understanding the magma plumbing system of the Akan area. Around Meakandake, a MT survey was previously conducted in the eastern area as a part of the Geothermal Development Promotion Survey (NEDO, 1992). More recently, an AMT survey was performed across the summit along a NE-SW direction as a part of volcano study of Meakandake (Takahashi et al., 2018). However, because of the limited sounding depths, the electrical structure near the above-mentioned deformation source has not been clarified yet.

Therefore, in this study, we newly deployed twelve broadband-MT sites along a NW-SE trending survey line across the longer side of the inflation source on the northern to eastern foot of the volcano. We used four set of the MTU-5/5A system (Phoenix Geophysics) for the campaign. We acquired the time series of the electric field in two components and the magnetic field in three components for 3 to 7 days for each site. In calculating the response functions, we used the SSMT2000 software and applied the remote reference processing using the magnetic field data Sawauchi in Iwate Prefecture that was provided by Nittetsu Mining Consultants Co., Ltd.

Contrary to our first expectation, the induction vectors and phase tensors suggested an electrical regional strike of N60ºW, which was almost parallel to the survey line. Thus, in this study, we sought a provisional 1-D modelling instead of the 2-D analysis in an unpreferable direction. We estimated 1-D resistivity structures using the Occam’ s inversion (Constable et al., 1987), in which we used the ssq impedance (Szarka and Menvielle, 1997; Rung-Arunwan et al., 2016) as the input data. In this inversion, we only used a frequency range, in which the responses showed approximately a 1-D feature.

The inverted 1-D models exhibited a distinct low resistivity layer (1-10 Ωm, hereinafter called, C1) at depths around a few hundred meters at all sites. In addition, at the sites in the SE half of the survey line, another low resistivity layer of approximately 10 Ωm (hereinafter called, C2) was found at a depth around

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2–4 km.

According to the NEDO (1992)’s borehole logs that were drilled at about 1 km east of our survey line, the low resistivity layer C1, which is common to all the sites, is likely to correspond with the volcanic tuff layers in the Miocene indicating weak alteration with montmorillonite and/or chlorite. Meanwhile, the deeper low–resistivity layer C2 is recognized only at the locations near the above–mentioned inflation source. In addition, C2 is shallower at the sites near the inflation source. For this reason, we suspect that C2 has some relation to the inflation source, although their depths are different. We note that the interpretations are tentative since they are based on the 1–D modeling, and further evaluation is needed through a 3–D modeling in the future.

キーワード：マグネトテルリック法、雌阿寒岳、比抵抗
Keywords: Magnetotelluric, Meakandake, resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hydrothermal system of Kuttara Volcanic Group inferred from 3D resistivity modeling (2)

*田中 良[1]、早川 美土里[2]、橋本 武志[1]、神田 径[3]、森田 裕一[4]、青山 裕[1]、上嶋 誠[4]
*Ryo Tanaka[1], Midori Hayakawa[2], Takeshi Hashimoto[1], Wataru Kanda[3], Yuichi Morita[4], Hiroshi Aoyama[1], Makoto Uyeshima[4]

1. 北海道大学理学研究院附属地震火山研究観測センター、2. 三井石油開発株式会社　地熱事業部、3. 東京工業大学理学院火山流体研究センター、4. 東京大学　地震研究所
1. Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, 2. Mitsui Oil Exploration Co., Ltd. Geothermal Business Division, 3. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 4. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Estimation of the volcanic hydrothermal system that is composed of an alteration zone, a fluid upflow zone and a heat source, is a key feature in assessing the potential of phreatic eruptions. Magnetotelluric (MT) method is one of the effective ways of estimating such hydrothermal system since it has the sensitivity to hydrothermal fluid and hydrothermal alteration zones. We performed the MT survey at Kuttara Volcano Group, northern Japan, to evaluate imminence of phreatic eruption.

Kuttara Volcanic Group is a basaltic to andesitic volcanic complex in southwestern Hokkaido, northern Japan. Kuttara volcano was formed by several silicic explosive eruptions and construction of an andesitic stratovolcano built up from ca. 80 to 40 ka. Lake Kuttara is a caldera lake formed by a violent explosive eruption at ca. 40 ka (Katsui et al., 1988; Moriizumi,1998). Noboribetsu volcano, post-caldera volcanism on the western foot of the stratovolcano at ca. 15 ka, formed Hiyoriyama cryptodome and Jigokudani geothermal field. We can see weak plumes (110–140 ºC; maximum height of ca. 50 m) near the top of Hiyoriyama cryptdome. We also see hot spring areas around Kuttara volcano at Noboribetsu, Carls, and Kojo-hama.

Although some previous studies (Goto and Johmori, 2011, 2013, 2015) revealed 2-D resistivity cross sections by CSAMT and TDEM methods at Kuttara volcano, they did not image deeper than about 1km. In this study, we carried out a broadband MT survey in 2017 at 49 stations in the area of 20x20 km wide and estimated 3-D resistivity structure of Kuttara Volcanic Group. We used ModEM (Egbert and Kelbert, 2012) as the 3-D inversion code, using a model space containing topography and sea bottom relieves. Responses at twelve periods between 0.00521 and 512 s were selected as the input data of the inversion. Error floors of 5% for the diagonal components of the impedance and 10% for the tippers and non-diagonal components of the impedance were given to avoid too much weighting for these data in the inversion process. Two-step inversion was applied, in which only the tippers were inverted at first, and subsequently, only the impedances were inverted. We already presented preliminary results at JpGU 2018 (Hayakawa et al., 2018). In this presentation, we discuss the results through the sensitivity check. We performed the sensitivity check by measuring the change in RMS due to disturbance of resistivity value in the focusing area.

We summarized the key features of the modeling results as follows. (1) The near-surface resistivity distribution is in good agreement with the surface geology. The resistivity was relatively high (100 to1000 Ωm) on northern and eastern to southern flanks of Kuttara Volcano, where volcanic deposits such as andesite lava flows covered the surface. (2) A low resistivity zone is imaged beneath Noboribetsu hot spring and a columnar low resistivity zone reached to the bottom of Lake Kuttara from the depth. These

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

low resistivity zones indicate hydrothermal system in the Kuttara-Noboribetsu area. Low resistivity layer is also imaged just below Carls hot spring. However, this low resistivity layer is not sensitive in our inversion since this layer is very thin. (3) Relatively high resistivity zone beneath Lake Kuttara also has insufficient sensitivity. This result indicates we have to perform more dense survey around Lake Kuttara to discuss whether magma or hydrothermal reservoir exist beneath Lake Kuttara or not. Our study is the first 3-D MT modeling for Kuttara Volcanic Group and further detailed comparison to geology, hydrology, drilling data, and hydrothermal simulation is necessary to better understand the current and to assess the potential of phreatic eruptions at Kuttara Volcanic Group.

キーワード：比抵抗構造、3次元モデリング、火山浅部熱水系
Keywords: resistivity structure, Three-dimensional modeling, volcanic hydrothermal system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇火山の3次元磁化構造解析
3D magnetic structure of Aso volcano

*宇津木 充[1]
*Mitsuru Utsugi[1]

1. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター
1. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

阿蘇火山ではこれまで、山体構造の把握を目的に、阿蘇火山山頂部、及び中岳火口周辺でヘリコプターを用いた空中磁気観測が行われてきた(田中ほか, 2001、田中ほか,2006、宇津木ほか,2007)。本研究では、これらのデータを再解析し、阿蘇火山の2014年噴火以前の山体の磁化構造を求めた。これまでの観測から得られた空中磁気データに対し、IGRF補正及を施し、観測範囲のスケールを超える長波長な磁気異常の影響を除くため1次傾向面解析を施し線形トレンドを除去した。さらに上方接続(Nakatsuka and Okuma, 2005)を適用し一様なグリッド上のデータに変換した。この解析に用いた上方接続の接続面としては、地形をx(南北),y（東西）座標の4次関数で平滑化したものを300m上方に押し上げた滑らかな曲面を用いた。このデータを入力として、インバージョンにより山体内部の磁化強度分布を求めた。インバージョンにあたっては、阿蘇火山の山頂部約5 x 5km, 深さ2.5kmまでの領域を80 x 80 x 40の小ブロックに分割し、各々のブロックの磁化を求める事を行った。この際、各ブロック内では磁化が一定であり、磁化の向きは現在の地球磁場方向に平行であると仮定した。この上で、磁気異常の実測値と、モデルにより期待される計算値との残差を小さくするモデルを求めた。この際、単に残差を最小にするのではなく、正則化項を付加した目的関数（残差項と正則化項をパラメータで結合したLagrange関数）を最小化することを行った。なお正則化項についてはモデルのL1ノルム及びL2ノルムからなるものを用いた。L1ノルム正則化項を用いる事でモデルに疎（スパース）性がもたらされることが知られており、これにより、よりフォーカスされた結果が得られることが期待される。本発表では、この磁化構造インバージョンの解析結果について詳細を紹介する。

キーワード：阿蘇火山、3次元磁化構造、3次元磁気インバージョン
Keywords: Aso volcano, 3D magnetic structure, 3D magnetic inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

楕円体圧力源によるピエゾ磁気変化（序報）
The piezomagnetic field produced by an ellipsoidal pressure source: A preliminary result

*笹井 洋一[1]
*Yoichi Sasai[1]

1. 東海大学・海洋研究所・地震予知研究センター
1. Earthquake Prediction Research Center, Institute of Oceanic Research and Development, Tokai University

Sasai(1986)は半無限弾性体の中に置かれた単力源によって生じるピエゾ磁気ポテンシャル(基本ピエゾ磁気ポテンシャル[Fundamental Piezomagnetic Potential: FPP])を定式化して，その応用例として円形の貯水池によるダム地磁気効果(地表での鉛直荷重によって生じるピエゾ磁気変化)を計算した．さらにこのFPPを楕円体状の体積的圧力源についても適用可能であろうと予想した．しかしこのやり方で解を求めることは未完で終わっている．Davis(1986)はハワイ・キラウエア火山で観測された地表変位が単純な茂木モデルでは説明できないことを指摘して，Eshelby(1957)の楕円体介在物の理論を適用し，地表変位を説明する楕円体状の力源を求めた．Davisの仕事は地表面での変位だけを求めたものであり，ピエゾ磁気効果を計算するためには弾性体内部の解を知らなければならない．Seo and Mura (1979)は金属組成学の課題として，半無限体の中で一様に膨張する楕円体介在物による弾性場を定式化した．我々はこの解を採用する．地殻浅部におけるピエゾ磁気現象では一様磁化した表層を持つ半無限弾性体を考えなければならない．ピエゾ磁気ポテンシャルはその表現定理(Sasai, 1991)によって応力を受けている弾性体の表面の変位とその鉛直微分についての面積分で与えられる．キュリー点等温面が楕円体圧力源より下方にある場合(Case I)，圧力源を横切る場合(Case II)，圧力源より上にある場合(Case III)に分けられる．まず最も簡単なCase IIIについての解を求めた．

Davis, P. M., 1986, J. Geophys. Res., 91, 7429-7438.
Eshelby, J. D., 1957, Proc. Roy. Soc., London, Ser. A, 376-396.
Seo, K. and T. Mura, 1979, J. Appl. Mech., 46, 568-572.
Sasai, Y., 1986, J. Geomag. Geoelectr., 38, 949-969.
Sasai, Y., 1991, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 66, 585-722.

キーワード：ピエゾ磁気効果、楕円体圧力源、キュリー点等温面、ピエゾ磁場の表現定理
Keywords: Piezomagnetic effect, Ellipsoidal pressure source, Curie point isotherm, Representation theorem of the piezomagnetic field

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-EM 固体地球電磁気学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[S-EM19] 電気伝導度・地殻活動電磁気学

コンビーナ:相澤 広記(九州大学大学院理学研究院附属・地震火山観測研究センター)、松野 哲男(神戸大学海洋底探査センター)

地震や火山活動に関係した電磁気現象、地球や惑星内部の電磁気学的構造を研究対象とし、野外観測、海底観測、人工衛星観測、室内実験、数値実験から得られた知見、解析手法や観測装置の開発などについての発表と議論を行う。

[SEM19-P01] 絶対湿度が乾燥岩石試料表面と電極間の接触抵抗に与える影響

*鈴木 健士[1]、吉村 令慧[2]、山崎 健一[2]、大志万 直人[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[SEM19-P02] IGRFを基礎とした日本周辺の地磁気変化モデル(2): 斜軸メルカトル図法上の磁場のモデル化

*小河 勉[1] (1.東京大学地震研究所)

[SEM19-P03] Examination of criteria to remove the influence of the Sq-field variations from electromagnetic field spectra for a better estimation of regional electromagnetic responses

*LI RUIBAI[1]、清水 久芳[1]、馬場 聖至[1]、歌田 久司[1] (1.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo)

[SEM19-P04] **地電流観測の長周期変動の考察**

*小関 廉[1]、藤井 郁子[1] (1.気象庁)

[SEM19-P05] Deep electrical conductivity structure of Eastern Marmara, Turkey by long period magnetotellurics

*Sabri Bulent Tank[1]、Naoto Oshiman[2]、Mustafa Karas[1]、Ryokei Yoshimura[2]、Yasuo Ogawa[3] (1.Bogazici University、2.Kyoto University、3.Tokyo Institute of Technology)

[SEM19-P06] 栗駒火山北側山腹におけるAMT観測

*小林 拓也[1]、坂中 伸也[1]、筒井 智樹[1]、ビン・ザイヌディン ムハンマッド・ファイズル・ニザム[1]、井上 雄介[1]、加藤 健太[1]、森脇 知哉[1]、多田 悠也[1]、竹井 瑠一[1] (1.秋田大学)

[SEM19-P07] 日本東北地方南部の地殻の三次元比抵抗構造

*本山 葵[1]、小川 康雄[2]、上嶋 誠[3]、浅森 浩一[4]、内田 利弘[5]、長谷 英彰[6]、小山 崇夫[3]、坂中 伸也[7]、山谷 祐介[5]、相澤 広記[8]、市來 雅啓[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東京工業大学理学院火山流体研究センター、3.東京大学地震研究所、4.独立行政法人日本原子力研究開発機構、5.産業技術総合研究所、6. 地熱技術開発（株）、7.秋田大学大学院国際資源学研究科、8.九州大学大学院理学研究院)

[SEM19-P08] 雌阿寒岳北麓におけるMT法比抵抗構造探査

*井上 智裕[1]、橋本 武志[1] (1.北海道大学理学院地震火山研究観測センター)

[SEM19-P09] Hydrothermal system of Kuttara Volcanic Group inferred from 3D resistivity modeling (2)

*田中 良[1]、早川 美土里[2]、橋本 武志[1]、神田 径[3]、森田 裕一[4]、青山 裕[1]、上嶋 誠[4] (1.北海道大学理学研究院附属地震火山研究観測センター、2.三井石油開発株式会社　地熱事業部、3.東京工業大学理学院火山流体研究センター、4.東京大学　地震研究所)

[SEM19-P10] 阿蘇火山の3次元磁化構造解析

*宇津木 充[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター)

[SEM19-P11] 楕円体圧力源によるピエゾ磁気変化（序報）

*笹井 洋一[1] (1.東海大学・海洋研究所・地震予知研究センター)

絶対湿度が乾燥岩石試料表面と電極間の接触抵抗に与える影響
Effects of absolute humidity on contact resistance between dry rock sample surface and electrodes

*鈴木 健士[1]、吉村 令慧[2]、山崎 健一[2]、大志万 直人[2]
*Takeshi Suzuki[1], Ryokei Yoshimura[2], Ken'ichi Yamazaki[2], Naoto Oshiman[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

様々な地下環境を再現した条件下での岩石比抵抗測定は、電磁 ・電気探査の結果を正確に解釈するために必要不可欠である。しかし、岩石比抵抗測定上の問題として、岩石試料と測定電極間の接触抵抗が挙げられる。特に、乾燥状態の岩石試料は接触抵抗が非常に高い。高接触抵抗の測定は非常に困難なため、その性質も十分に調べられていない。

我々は接触抵抗の性質を明らかにするため、高接触抵抗の測定手法を新たに構築し、乾燥花崗岩表面と導電性エポキシ樹脂製電極間の接触抵抗を測定した。また、大気中の水蒸気と岩石試料の相互作用を考慮して、複数の湿度条件で接触抵抗を繰り返し測定した。

結果、絶対湿度の増加に対する接触抵抗の減少が確認された。両者の間には明確な関係が見出され、その関係は指数関数により近似された。この結果は、湿度増加に伴う電極と岩石試料の接触面積増加を示唆している。接触面積の増加は、接触面に存在する微小間隙を大気中の水分が埋めることで生じたものと解釈された。

キーワード：接触抵抗、大気中の水分、絶対湿度、接触面積、導電性エポキシ樹脂、花崗岩
Keywords: contact resistance, atmospheric Moisture, absolute humidity, contact area, conductive epoxy, granite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IGRFを基礎とした日本周辺の地磁気変化モデル(2): 斜軸メルカトル図法上の磁場のモデル化

Japanese geomagnetic field variation model based on the IGRF (2): modeling on the oblique Mercator projection

*小河 勉[1]
*Tsutomu Ogawa[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

日本周辺の高精度な地磁気モデルないし地磁気変化モデルは、その地磁気参照場として、地殻活動域における地殻活動起源の地磁気変化の観測に対して有用である。阿部・宮原(2015)による主成分分析を用いた日本周辺の地磁気変化モデルは、地磁気が一般には無発散とはならない点で、地磁気変化の統計モデルではあるが物理モデルではない。また任意の地点での地磁気変化観測に対するモデルの誤差評価は行われていない。これらの課題の克服を期して小河(2018, JpGU)が作成した日本周辺の地磁気変化モデルに対し、本研究では次の2点を修正した新たなモデルの誤差を評価した。1)メルカトル図法上の日本周辺をデカルト座標系で表現した地磁気変化のモデル化を、北東・南西方向に伸びる日本列島を大楕円上に乗せる斜軸メルカトル図法上の日本周辺をデカルト座標系で表現した地磁気変化のモデル化とした。2)国土地理院地球電磁気連続観測装置のデータのモデル残差にはセンサー温度と相関のある年周変化成分が顕著なので、これを除去した。

2005年から2014年までの、気象庁地磁気観測所及び国土地理院の5観測所、国土地理院の10地球電磁気連続観測装置における地磁気データの日値を用いて作られた地磁気変化モデルは、データのIGRFからの残差を、石川県南東部の地表に原点を持つデカルト座標系の座標の3次までの多項式で磁気スカラーポテンシャルを用いて表現される。展開係数の時系列をロバスト最小二乗法で推定した結果、次のような結果が得られた。1)モデル残差の平均値は1.28nTとなる。2)一個抜き交差検証の結果、抜いた観測地点のデータの予測誤差の平均値は1.94nTとなる。3)展開係数のjackknife標準誤差から見積もられる、各地点における予測誤差の平均値はモデル残差の平均値と同程度の1.16nTとなる。4)モデル作成に用いない、日本列島主要部から離れた気象庁地磁気観測所父島観測点のデータのモデル残差の平均値は5.06nTとなる。

得られた地磁気モデルの、展開係数のjackknife標準誤差の空間への伝播から求められる予測誤差は、北東・南西に伸びる日本列島の主要部において最大で、水平2成分で平均約2nT、鉛直成分で平均約3nTと見積もられた。本研究で得られた日本周辺の地磁気変化モデルは、日本列島の主要部において平均で数nTの精度を持つものと言える。

キーワード：地磁気変化モデル、斜軸メルカトル図法、一個抜き交差検証、jackknife標準誤差
Keywords: Geomagnetic field variation model, oblique Mercator projection, Leave-one-out cross-validation, jackknife standard error

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Examination of criteria to remove the influence of the Sq-field variations from electromagnetic field spectra for a better estimation of regional electromagnetic responses

*LI RUIBAI[1]、清水 久芳[1]、馬場 聖至[1]、歌田 久司[1]
*RUIBAI LI[1], Hisayoshi Shimizu[1], Kiyoshi Baba[1], Hisashi Utada[1]

1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Electromagnetic (EM) responses such as magnetotelluric (MT) impedance and geomagnetic depth sounding (GDS) response (or tipper) in the period range between several minutes to one day are used to study the electrical conductivity in the upper mantle. Spatially uniform and quasi-random magnetic field variations due to geomagnetic disturbances are considered as the source field in regional EM induction studies using the EM responses. However, the magnetic field variations in the period range from to seconds (mixed excitation band, or ME band) contain those with different spatial structure such as the solar quiet (Sq) daily variations and those induced by the ocean tide. Careful treatment of EM field data is necessary to estimate responses in the ME band that reflect actual conductivity structure. For example, Baba et al. (2010) estimated the EM responses in the period range from to seconds using a method based on Fourier transform after removing line spectra of EM field variations at periods of Sq field variations that include the higher harmonics and constituents of ocean tides. However, it was shown that the estimated responses in the ME band still included the influence of Sq field variations (Shimizu et al., 2011).

In this study we try to estimate EM responses that are less influenced by the Sq field variations. We employed line spectra of EM field obtained by using Sompi method, so called wave element (or namiso) (e.g., Kumazawa et al.,1990, Asakawa eta al.,1988), to estimate the EM responses in order to avoid the influence of the Sq field variations that could be contained in continuous spectra. Also, three conditions are applied to select appropriate wave elements from observed ones for EM response estimations. First is to select wave elements of which eastward component have common phase or that close to each other at two stations. This can avoid wave elements influenced by the Sq field variations since their westward propagation causes systematic phase difference of the magnetic field for supposed longitude difference and apparent period, which is determined by the longitudinal wave number of the variation. Second is to select magnetic field spectra that are linearly polarized in horizontal-vertical plane, because that influenced by the Sq field variations are expected to be more elliptically polarized in the plane than those suitable for regional EM response estimation. Ellipticity of the polarization ellipse is used to apply the condition. Third is to select those which have small ratio of the vertical to the horizontal magnetic field components, because the Sq field variations contain significant vertical magnetic field component that can cause larger amplitude of tipper than those from plane wave. It was confirmed that estimated phase difference, ellipticity, and vertical to horizontal field ratio showed a signature of Sq field variations in the ME band but not at a period shorter than seconds.

In this presentation, we are going to show the characteristics of the observed phase difference, ellipticity, and vertical to horizontal field ratio with respect to the period. Criteria to apply the conditions are assumed based on theoretical estimate of the magnetic field due to Sq principle mode and the induced field in assumed one dimensional Earth. The EM responses obtained by applying each condition are shown and the improvement or influence in the obtained responses, as a result, are discussed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

quantitatively.

Asakawa, E., et al. (1988). *J. Geomagn. Geoelec.,*40: 447-463.

Baba, K., et al. (2010).*Phys. Earth planet. Inter.,*183: 44-62.

Kumazawa, M., et al. (1990). *Geophys. J. Int.,*101: 613-630.

Shimizu, H., et al. (2011). *Geophys. J. Int.,*186: 193-206.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地電流観測の長周期変動の考察
Study on long-term variation of geoelectric field observation

*小関 廉[1]、藤井 郁子[1]
*Ren Ozeki[1], Ikuko Fujii[1]

1. 気象庁
1. Japan Meteorological Agency

気象庁地磁気観測所では,柿岡,鹿屋,女満別の3地点で地磁気と地電位差の連続観測を数十年以上続けている.得られた地電位差は,多くの誘導地電位差事例を調べることができる唯一のデータセットとして世界中で利用されている.

地電位差観測では,約200-300m離れた2つの電極の間の電位差を観測している.電極は地下3ｍに埋められている.

地電位差データにおいては,地磁気変動と関係のない周期数日以上の変動が見られ,特に柿岡の南北成分で顕著である.この変動について降水との関係を指摘した先行研究(例えば森永,外谷(2015)や大川,他(1995))があるが,具体的なメカニズムは不明である.

本研究は,柿岡の地電位差の南北成分で顕著に長周期変動が発生するプロセスを解明し,対策を提案することを目的とする.本研究では,森永,外谷(2015)による電極調査と藤井,他(2007)によるVLF-MT観測の解析結果から,南電極周辺の地下数mの浅部構造に注目する.

土壌の比抵抗の分布を通じて地下の成層構造を推定するために,南電極から半径約20mの範囲で電気探査を行った.地磁気観測に影響を与えないようにするため簡易の機材を用い,2018年3月, 5月, 10月に南電極周辺の7測線,東電極周辺の2測線,ボーリング孔周辺1測線で観測した（図1）.

本発表では,3月と10月のデータの解析結果を示す.測定された測線の電位差と電流から見かけ比抵抗を計算した.地下構造は3層の1次元構造と仮定し,各測線ごとに見かけ比抵抗を最もよく説明できる比抵抗の分布の最適モデルをグリッドサーチによって推定した.その結果,各測線とも,地表から地下へ,高比抵抗層(200-600Ωm),低比抵抗層(50-100Ωm),高比抵抗層(200-300Ωm)という構成になった.

比抵抗分布の最適モデルの解釈は,過去に柿岡で行われたボーリング調査を参考にして行った.例として3月の測定結果に対する最適モデルとその解釈を図2に示す.最適モデルの第1層目は透水性が高い表土,第2層目は透水性が低い粘土と解釈した.南電極から東側に第2層上面が下がっていることと地形の勾配が降水時に地面に染み込んだ水の流れを誘発し, 南電極に影響を与えていると推測した.

キーワード：地電流観測、電気探査
Keywords: geoelectric field observation, electrical prospecting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

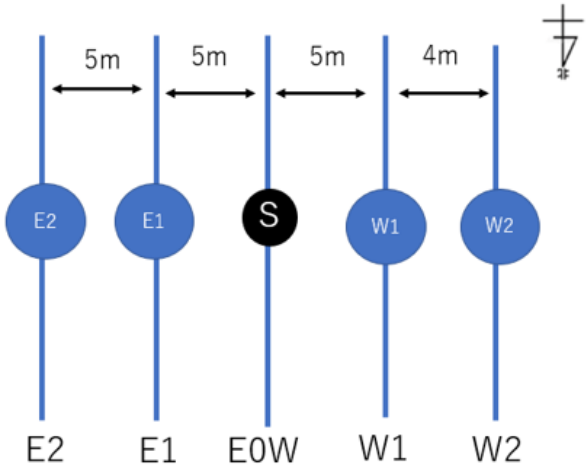


Figure 1

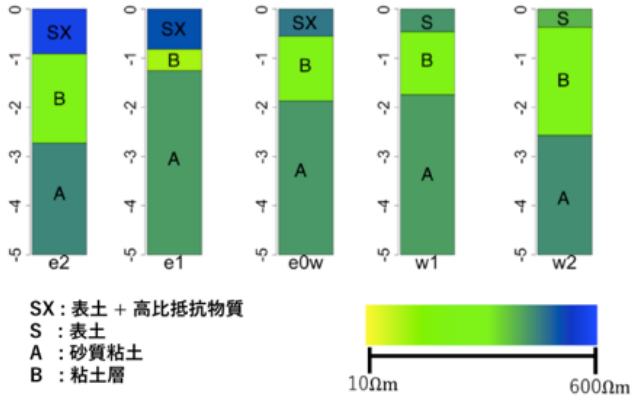


Figure 2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deep electrical conductivity structure of Eastern Marmara, Turkey by long period magnetotellurics

*Sabri Bulent Tank[1], Naoto Oshiman[2], Mustafa Karas[1], Ryokei Yoshimura[2], Yasuo Ogawa[3]

1. Bogazici University, 2. Kyoto University, 3. Tokyo Institute of Technology

The electrical resistivity structure of a 100 km x 100 km region at northwestern Anatolia was examined by using long period magnetotelluric data with the aim to image the geo-electrical features at the lower crust and upper mantle. The electromagnetic impedance tensor elements were obtained for eighteen sounding locations within a period range of 20-13000 seconds. The soundings were distributed over the epicentral region of the 1999 Izmit earthquake and its vicinity including the Pontides in the north, Intra-Pontid transition zone and Sakarya Continent in the south. Three-dimensional data-space inversions of the long period magnetotellurics data were performed iteratively to achieve the electrical resistivity structure. In order to determine and overcome the complexities caused by the coast effect that arise due to presence of the conductive Black Sea, the dimensionality of the magnetotellurics data were examined in detail by means of induction arrows and phase tensor ellipses. These complexities may have transpired due to the seismically active branches of the North Anatolian Fault and presence of the Intra-Pontide Suture, too. The final resistivity models revealed a low resistivity zone trapped between two highly resistive blocks of Istanbul Zone in the north and Sakarya Continent in the south. This low conductivity zone coincides with the two main branches of the North Anatolian Fault and may be promoting the seismic activity in both of the branches.

Keywords: Magnetotellurics, North Anatolian Fault, Izmit earthquake, Fluids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

栗駒火山北側山腹におけるAMT観測
Audio-frequency magnetotelluric survey on the northern edifice of the Kurikoma volcano, northeast of Japan

*小林 拓也[1]、坂中 伸也[1]、筒井 智樹[1]、ビン・ザイヌディン ムハンマッド・ファイズル・ニザム[1]、井上 雄介[1]、加藤 健太[1]、森脇 知哉[1]、多田 悠也[1]、竹井 瑠一[1]
*Kobayashi Takuya[1], Shin'ya Sakanaka[1], Tomoki Tsutsui[1], Muhammad Faizul Nizam Bin Zinudin[1], Inoue Yusuke[1], Kenta Kato[1], Tomoya Moriwaki[1], YUYA TADA[1], Ryuichi Takei[1]

1. 秋田大学
1. Akita University

栗駒火山は，秋田・岩手・宮城の県境に位置する，標高1,627mの活火山である．栗駒火山の噴火様式はマグマ噴火と水蒸気噴火である．有史以降では，1744年と1944年に水蒸気噴火の記録があり，両噴火地点には昭和湖と呼ばれる火口湖が形成されている．現在も噴気活動が活発な活火山である．栗駒火山における地球物理学的研究の背景として，2008年岩手・宮城内陸地震に伴った構造探査の研究報告があり，その中で広帯域MT観測が実施されている（例えば，Mishina 2009；Ichihara et al., 2014）．しかし，対象が深部構造であるため，火山噴火を対象とした地下数kmの地下構造はいまだに明らかになっていない．本研究では，AMT観測により得られる栗駒火山直下の浅部比抵抗構造から，火山噴火発生のカギとなる構造を見出すことを目的とする．

AMT観測は2018年8月から11月にかけて実施した．噴気活動が盛んである昭和湖と地獄谷噴気を横断する南北方向と，硫黄山・湯気山を横断する東西方向に測線を展開し，合計13点で観測を実施した．測定機材は，Phoenix Geophysics Ltd.（カナダ）製のMTU-5Aを用いた．それぞれの観測点で電場2成分，磁場3成分を測定した．測定時間は3時間から長くて1晩かけて測定した．

本研究では，構造の次元性と比抵抗分布の特徴を評価するために，フェイズテンソル (Caldwell et al., 2004) とインダクションベクトル (Parkinson, 1962) の概念を用いた．フェイズテンソルの結果から，10 Hzより高周波数の範囲において，スキュー角は5°未満で，楕円率は0.2未満であった．したがって，地表下1 km前後の構造は均質構造であることが示唆される．また，周波数が10 Hzより低周波数の領域において，インダクションベクトルの方向が剣岳の方向を向く傾向がある．地形効果を考慮する必要はあるが，マグマ噴火が発生している剣岳直下の地下1 km以深において低比抵抗領域が分布している可能性が考えられる．

構造解析には，Ogawa and Uchida (1996) による2次元インバージョンコードを使用した．最終モデルには大きく分けて3つの特徴がある．1つ目は，地表付近には低比抵抗領域（C1）が分布していることである．C1は噴気地帯及び温泉帯に向かって，その比抵抗が低くなる傾向がある．2つ目は，高温噴気地帯（地獄谷噴気・硫黄山噴気・湯気山噴気）直下の低比抵抗領域（C1）の下層に高比抵抗（R1）が分布していることである．高温噴気が地上に現れていることから，高比抵抗領域（R1）は高温体あるいは蒸気卓越領域であることが示唆される．3つ目が東西断面の東部において，比抵抗値はR1ほど高くはないものの，高比抵抗領域（R2）が存在することである．R2の直上において，噴気活動は確認されないが，過去の水蒸気噴火火口の痕跡が分布している．このことから，R2は過去の水蒸気噴火の火山活動の痕跡で，R1とR2の比抵抗のコントラストの違いは火山活動度によるものである可能性が考えられる．

キーワード：比抵抗構造、AMT、栗駒火山、水蒸気噴火、熱水系
Keywords: Resistivity structure, AMT, Kurikoma volcano, Phreatic eruption, Hydrothermal system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本東北地方南部の地殻の三次元比抵抗構造
A three-dimensional crustal electrical resistivity model beneath southern Tohoku district, NE Japan

*本山 葵[1]、小川 康雄[2]、上嶋 誠[3]、浅森 浩一[4]、内田 利弘[5]、長谷 英彰[6]、小山 崇夫[3]、坂中 伸也[7]、山谷 祐介[5]、相澤 広記[8]、市來 雅啓[1]
*Aoi Motoyama[1], Yasuo Ogawa[2], Makoto Uyeshima[3], Koichi Asamori[4], Toshihiro Uchida[5], Hideaki Hase[6], Takao Koyama[3], Shin'ya Sakanaka[7], Yusuke Yamaya[5], Koki Aizawa[8], Masahiro Ichiki[1]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東京工業大学理学院火山流体研究センター、3. 東京大学地震研究所、4. 独立行政法人日本原子力研究開発機構、5. 産業技術総合研究所、6. 地熱技術開発（株）、7. 秋田大学大学院国際資源学研究科、8. 九州大学大学院理学研究院
1. Graduate school of science, Tohoku university, 2. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 3. Earthquake research institute, the university of Tokyo, 4. Japan Atomic Energy Agency, 5. National institute of advanced industrial science and technology, 6. Geothermal Energy Research & Development Co., Ltd, 7. Graduate School of International Resource Sciences Department of Earth Resource Engineering and Environmental Science, Akita University, 8. Graduate school of science, Kyusyu university

Hasegawa et al. (2005)は、地震学および測地学的データを基に、典型的な東北地方の島弧横断の地殻断面モデルを提案し、そのモデルでは、島弧中央の奥羽脊梁下の下部地殻にマグマ・地殻流体の貯留体の存在が示唆されている。最近、Uyeshima et al. (2016)は新潟県阿賀野市ー福島県いわき市を横切る二次元比抵抗構造モデルを推定し、そのモデルでは、脊梁下だけでなく、前弧と背弧下の下部地殻にも低比抵抗体が推定された。特に前弧の低比抵抗体は、東北地方太平洋沖地震後に活発化したいわき市の群発地震震源域のほぼ直下に位置している。一方Uyeshima et al. (2016)の測線からほぼ平行に約50 km北の測線での二次元比抵抗モデルでも、脊梁と背弧下の下部地殻に顕著な低比抵抗体が示唆された（本山 他, 2018 JpGU）。しかし、前弧下の下部地殻には低比抵抗体は推定されていない。これまでの比抵抗構造モデルは殆どが2次元モデルに限られている為、本研究では、過去に東北地方の南部で取得されている電磁場データをコンパイルし、特に前弧と背弧下の下部地殻に注目しながら、三次元比抵抗構造モデルを推定した。

コンパイルしたデータは観測点全118点の電磁場データで、BIRRP (Chave and Thomson, 2004)とPhoenix社SSMT2000プログラムを用いて、全てのMT応答関数と地磁気変換関数を再解析した。Phase tensor (Caldwell et al., 2004) の行列式の平方根、Φ_2の空間分布をみると、探査領域の北部の背弧側と、南部の前弧および脊梁の周期10 –100秒で高い値が見られた。得られた応答関数をWSINV3D_MPI (Siripunvaraporn & Egbert, 2009)でインバージョンを行った。MTデータのみを用いたモデルでは、蔵王山付近の東西断面を見ると、背弧の地殻深部から奥羽脊梁下の近く浅部にかけての低比抵抗体がみられる。一方、前弧の地殻には、低比抵抗体は見られない。深さ22.5 kmの平面図でみると、探査領域北部の背弧から南部の脊梁にかけて比抵抗体が分布している。現在MTデータと地磁気変換関数のの両者を用いた計算を行っており、その結果と議論について発表する予定である。

キーワード：Magnetotellurics、地殻流体
Keywords: Magnetotellurics, geofluids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雌阿寒岳北麓におけるMT法比抵抗構造探査
Magnetotelluric survey on the northern foot of Meakandake volcano

*井上 智裕[1]、橋本 武志[1]
*Tomohiro Inoue[1], Takeshi Hashimoto[1]

1. 北海道大学理学院地震火山研究観測センター
1. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Hokkaido University

We performed a broadband MT survey in the northern part of Mt. Meakandake in August and September in 2018. Mt. Meakandake is one of the active volcanoes in the southwestern part of Akan caldera in eastern Hokkaido. Recently, a remarkable ground inflation has been reported on the northeastern foot of Meakandake. We planned a magnetotelluric survey to investigate the electrical structure across the deformation source. In this study, we describe the features of our MT data and show the 1-D models as a preliminary modeling.

The Geospatial Information Authority of Japan (2018) reported a remarkable crustal inflation on the basis of the GNSS observation and InSAR analysis from late 2016 through 2017. They modeled the deformation as an opening of the sill-like crack (about 11 km long and 2 km wide) at a depth of about 6 km on the northeastern foot of Meakandake. As the estimated deformation source was large, we considered that it might be imaged as a low resistivity anomaly, if it was related to magma or hydrothermal system. Investigating the subsurface structure across such an extensive inflation source will also contribute to understanding the magma plumbing system of the Akan area. Around Meakandake, a MT survey was previously conducted in the eastern area as a part of the Geothermal Development Promotion Survey (NEDO, 1992). More recently, an AMT survey was performed across the summit along a NE-SW direction as a part of volcano study of Meakandake (Takahashi et al., 2018). However, because of the limited sounding depths, the electrical structure near the above-mentioned deformation source has not been clarified yet.

Therefore, in this study, we newly deployed twelve broadband-MT sites along a NW-SE trending survey line across the longer side of the inflation source on the northern to eastern foot of the volcano. We used four set of the MTU-5/5A system (Phoenix Geophysics) for the campaign. We acquired the time series of the electric field in two components and the magnetic field in three components for 3 to 7 days for each site. In calculating the response functions, we used the SSMT2000 software and applied the remote reference processing using the magnetic field data Sawauchi in Iwate Prefecture that was provided by Nittetsu Mining Consultants Co., Ltd.

Contrary to our first expectation, the induction vectors and phase tensors suggested an electrical regional strike of N60ºW, which was almost parallel to the survey line. Thus, in this study, we sought a provisional 1-D modelling instead of the 2-D analysis in an unpreferable direction. We estimated 1-D resistivity structures using the Occam’ s inversion (Constable et al., 1987), in which we used the ssq impedance (Szarka and Menvielle, 1997; Rung-Arunwan et al., 2016) as the input data. In this inversion, we only used a frequency range, in which the responses showed approximately a 1-D feature.

The inverted 1-D models exhibited a distinct low resistivity layer (1-10 Ωm, hereinafter called, C1) at depths around a few hundred meters at all sites. In addition, at the sites in the SE half of the survey line, another low resistivity layer of approximately 10 Ωm (hereinafter called, C2) was found at a depth around

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2–4 km.

According to the NEDO (1992)’s borehole logs that were drilled at about 1 km east of our survey line, the low resistivity layer C1, which is common to all the sites, is likely to correspond with the volcanic tuff layers in the Miocene indicating weak alteration with montmorillonite and/or chlorite. Meanwhile, the deeper low–resistivity layer C2 is recognized only at the locations near the above–mentioned inflation source. In addition, C2 is shallower at the sites near the inflation source. For this reason, we suspect that C2 has some relation to the inflation source, although their depths are different. We note that the interpretations are tentative since they are based on the 1–D modeling, and further evaluation is needed through a 3–D modeling in the future.

キーワード：マグネトテルリック法、雌阿寒岳、比抵抗
Keywords: Magnetotelluric, Meakandake, resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hydrothermal system of Kuttara Volcanic Group inferred from 3D resistivity modeling (2)

*田中 良[1]、早川 美土里[2]、橋本 武志[1]、神田 径[3]、森田 裕一[4]、青山 裕[1]、上嶋 誠[4]
*Ryo Tanaka[1], Midori Hayakawa[2], Takeshi Hashimoto[1], Wataru Kanda[3], Yuichi Morita[4], Hiroshi Aoyama[1], Makoto Uyeshima[4]

1. 北海道大学理学研究院附属地震火山研究観測センター、2. 三井石油開発株式会社　地熱事業部、3. 東京工業大学理学院火山流体研究センター、4. 東京大学　地震研究所
1. Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, 2. Mitsui Oil Exploration Co., Ltd. Geothermal Business Division, 3. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 4. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Estimation of the volcanic hydrothermal system that is composed of an alteration zone, a fluid upflow zone and a heat source, is a key feature in assessing the potential of phreatic eruptions. Magnetotelluric (MT) method is one of the effective ways of estimating such hydrothermal system since it has the sensitivity to hydrothermal fluid and hydrothermal alteration zones. We performed the MT survey at Kuttara Volcano Group, northern Japan, to evaluate imminence of phreatic eruption.

Kuttara Volcanic Group is a basaltic to andesitic volcanic complex in southwestern Hokkaido, northern Japan. Kuttara volcano was formed by several silicic explosive eruptions and construction of an andesitic stratovolcano built up from ca. 80 to 40 ka. Lake Kuttara is a caldera lake formed by a violent explosive eruption at ca. 40 ka (Katsui et al., 1988; Moriizumi,1998). Noboribetsu volcano, post-caldera volcanism on the western foot of the stratovolcano at ca. 15 ka, formed Hiyoriyama cryptodome and Jigokudani geothermal field. We can see weak plumes (110–140 ºC; maximum height of ca. 50 m) near the top of Hiyoriyama cryptdome. We also see hot spring areas around Kuttara volcano at Noboribetsu, Carls, and Kojo-hama.

Although some previous studies (Goto and Johmori, 2011, 2013, 2015) revealed 2-D resistivity cross sections by CSAMT and TDEM methods at Kuttara volcano, they did not image deeper than about 1km. In this study, we carried out a broadband MT survey in 2017 at 49 stations in the area of 20x20 km wide and estimated 3-D resistivity structure of Kuttara Volcanic Group. We used ModEM (Egbert and Kelbert, 2012) as the 3-D inversion code, using a model space containing topography and sea bottom relieves. Responses at twelve periods between 0.00521 and 512 s were selected as the input data of the inversion. Error floors of 5% for the diagonal components of the impedance and 10% for the tippers and non-diagonal components of the impedance were given to avoid too much weighting for these data in the inversion process. Two-step inversion was applied, in which only the tippers were inverted at first, and subsequently, only the impedances were inverted. We already presented preliminary results at JpGU 2018 (Hayakawa et al., 2018). In this presentation, we discuss the results through the sensitivity check. We performed the sensitivity check by measuring the change in RMS due to disturbance of resistivity value in the focusing area.

We summarized the key features of the modeling results as follows. (1) The near-surface resistivity distribution is in good agreement with the surface geology. The resistivity was relatively high (100 to1000 Ωm) on northern and eastern to southern flanks of Kuttara Volcano, where volcanic deposits such as andesite lava flows covered the surface. (2) A low resistivity zone is imaged beneath Noboribetsu hot spring and a columnar low resistivity zone reached to the bottom of Lake Kuttara from the depth. These

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

low resistivity zones indicate hydrothermal system in the Kuttara-Noboribetsu area. Low resistivity layer is also imaged just below Carls hot spring. However, this low resistivity layer is not sensitive in our inversion since this layer is very thin. (3) Relatively high resistivity zone beneath Lake Kuttara also has insufficient sensitivity. This result indicates we have to perform more dense survey around Lake Kuttara to discuss whether magma or hydrothermal reservoir exist beneath Lake Kuttara or not. Our study is the first 3-D MT modeling for Kuttara Volcanic Group and further detailed comparison to geology, hydrology, drilling data, and hydrothermal simulation is necessary to better understand the current and to assess the potential of phreatic eruptions at Kuttara Volcanic Group.

キーワード：比抵抗構造、3次元モデリング、火山浅部熱水系
Keywords: resistivity structure, Three-dimensional modeling, volcanic hydrothermal system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇火山の3次元磁化構造解析
3D magnetic structure of Aso volcano

*宇津木 充[1]
*Mitsuru Utsugi[1]

1. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター
1. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

阿蘇火山ではこれまで、山体構造の把握を目的に、阿蘇火山山頂部、及び中岳火口周辺でヘリコプターを用いた空中磁気観測が行われてきた(田中ほか, 2001、田中ほか,2006、宇津木ほか,2007)。本研究では、これらのデータを再解析し、阿蘇火山の2014年噴火以前の山体の磁化構造を求めた。これまでの観測から得られた空中磁気データに対し、IGRF補正及を施し、観測範囲のスケールを超える長波長な磁気異常の影響を除くため1次傾向面解析を施し線形トレンドを除去した。さらに上方接続(Nakatsuka and Okuma, 2005)を適用し一様なグリッド上のデータに変換した。この解析に用いた上方接続の接続面としては、地形をx(南北),y（東西）座標の4次関数で平滑化したものを300m上方に押し上げた滑らかな曲面を用いた。このデータを入力として、インバージョンにより山体内部の磁化強度分布を求めた。インバージョンにあたっては、阿蘇火山の山頂部約5 x 5km, 深さ2.5kmまでの領域を80 x 80 x 40の小ブロックに分割し、各々のブロックの磁化を求める事を行った。この際、各ブロック内では磁化が一定であり、磁化の向きは現在の地球磁場方向に平行であると仮定した。この上で、磁気異常の実測値と、モデルにより期待される計算値との残差を小さくするモデルを求めた。この際、単に残差を最小にするのではなく、正則化項を付加した目的関数（残差項と正則化項をパラメータで結合したLagrange関数）を最小化することを行った。なお正則化項についてはモデルのL1ノルム及びL2ノルムからなるものを用いた。L1ノルム正則化項を用いる事でモデルに疎（スパース）性がもたらされることが知られており、これにより、よりフォーカスされた結果が得られることが期待される。本発表では、この磁化構造インバージョンの解析結果について詳細を紹介する。

キーワード：阿蘇火山、3次元磁化構造、3次元磁気インバージョン
Keywords: Aso volcano, 3D magnetic structure, 3D magnetic inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

楕円体圧力源によるピエゾ磁気変化（序報）
The piezomagnetic field produced by an ellipsoidal pressure source: A preliminary result

*笹井 洋一[1]
*Yoichi Sasai[1]

1. 東海大学・海洋研究所・地震予知研究センター
1. Earthquake Prediction Research Center, Institute of Oceanic Research and Development, Tokai University

Sasai(1986)は半無限弾性体の中に置かれた単力源によって生じるピエゾ磁気ポテンシャル(基本ピエゾ磁気ポテンシャル[Fundamental Piezomagnetic Potential: FPP])を定式化して，その応用例として円形の貯水池によるダム地磁気効果(地表での鉛直荷重によって生じるピエゾ磁気変化)を計算した．さらにこのFPPを楕円体状の体積的圧力源についても適用可能であろうと予想した．しかしこのやり方で解を求めることは未完で終わっている．Davis(1986)はハワイ・キラウエア火山で観測された地表変位が単純な茂木モデルでは説明できないことを指摘して，Eshelby(1957)の楕円体介在物の理論を適用し，地表変位を説明する楕円体状の力源を求めた．Davisの仕事は地表面での変位だけを求めたものであり，ピエゾ磁気効果を計算するためには弾性体内部の解を知らなければならない．Seo and Mura (1979)は金属組成学の課題として，半無限体の中で一様に膨張する楕円体介在物による弾性場を定式化した．我々はこの解を採用する．地殻浅部におけるピエゾ磁気現象では一様磁化した表層を持つ半無限弾性体を考えなければならない．ピエゾ磁気ポテンシャルはその表現定理(Sasai, 1991)によって応力を受けている弾性体の表面の変位とその鉛直微分についての面積分で与えられる．キュリー点等温面が楕円体圧力源より下方にある場合(Case I)，圧力源を横切る場合(Case II)，圧力源より上にある場合(Case III)に分けられる．まず最も簡単なCase IIIについての解を求めた．

Davis, P. M., 1986, J. Geophys. Res., 91, 7429-7438.
Eshelby, J. D., 1957, Proc. Roy. Soc., London, Ser. A, 376-396.
Seo, K. and T. Mura, 1979, J. Appl. Mech., 46, 568-572.
Sasai, Y., 1986, J. Geomag. Geoelectr., 38, 949-969.
Sasai, Y., 1991, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 66, 585-722.

キーワード：ピエゾ磁気効果、楕円体圧力源、キュリー点等温面、ピエゾ磁場の表現定理
Keywords: Piezomagnetic effect, Ellipsoidal pressure source, Curie point isotherm, Representation theorem of the piezomagnetic field

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、座長:Anselme Borgeaud、土屋 卓久

近年の高圧実験の進歩で、地球中心部に至る温度圧力条件での鉱物の物性測定が可能となってきた。一方、高精度な古地磁気測定、地球物理学観測、精密地球物理学分析、地球ニュートリノによる地球深部放射性物質の直接観測などの発展と共に、マントル対流や地磁気ダイナモの数値シミュレーション技術も大きく発展して、地球内部の状態の理解が進んできた。本セッションでは、地球及び惑星における核ーマントル相互作用と進化に焦点をあてた、様々な研究分野の成果を一堂に会する機会を提供し、情報交換を進めることを目的とする。異なる分野間の連携を発展させるための日本版地球・惑星深部研究グループ(J-SEDI）の形成に関わる講演も歓迎する。

9:00 ~ 9:15

[SIT21-01] The role of stishovite as a deep nitrogen carrier indicated from high-pressure and high-temperature experiments

*福山 鴻[1]、鍵 裕之[1]、井上 徹[2,3]、新名 亨[3]、柿澤 翔[3]、菱田 俊一[4]、佐野 有司[5]、高畑 直人[5] (1.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、2.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、4.国立研究開発法人物質・材料研究機構、5.東京大学大気海洋研究所)

9:15 ~ 9:30

[SIT21-02] 3-D P- and S-velocity structure of the D″ layer beneath Central America and the Caribbean using waveform inversion

★Invited Papers

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2]、Kenji Kawai[1]、Robert J. Geller[1] (1.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica)

9:30 ~ 9:45

[SIT21-03] D111型高圧発生装置を用いたブリッジマナイトの一軸変形実験

★招待講演

*辻野 典秀[1]、山崎 大輔[1]、西原 遊[2] (1.岡山大学・惑星物質研究所、2.愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター)

9:45 ~ 10:00

[SIT21-04] **Waveform inversion for 3D anisotropic structure in D″ beneath the Northern Pacific: Constraints on mineralogy and flow in the lowermost mantle**

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

10:00 ~ 10:15

[SIT21-05] Maximum water solubility of bridgmanite under the Earth's lower mantle conditions

*柿澤 翔[1]、井上 徹[1,2,3]、阿部 綾太郎[1]、黒田 みなみ[4]、坂本 直哉[5]、圦本 尚義[4,5,6] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.広島大学大学院理学研究科、3.広島大学プレート収束域の物質科学研究拠点、4.北海道大学大学院理学院、5.北海道大学創成研究機構、6.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)

10:15 ~ 10:30

[SIT21-06] Origin and role of lost continents

*丸山 茂徳[1]、河合 研志[2]、Gréaux Steeve[3]、土屋 卓久[3]、趙 大鵬[4] (1.東京工業大学地球生命研究所、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、3.愛媛大学、4.東北大学大学院理学研究科)

The role of stishovite as a deep nitrogen carrier indicated from high-pressure and high-temperature experiments

*福山 鴻[1]、鍵 裕之[1]、井上 徹[2,3]、新名 亨[3]、柿澤 翔[3]、菱田 俊一[4]、佐野 有司[5]、高畑 直人[5]
*Ko Fukuyama[1], Hiroyuki Kagi[1], Toru Inoue[2,3], Toru Shimei[3], Sho Kakizawa[3], Shunichi Hishita[4], Yuji Sano[5], Naoto Takahata[5]

1. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、2. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、4. 国立研究開発法人物質・材料研究機構、5. 東京大学大気海洋研究所
1. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 3. Geodynamics Research Center, Ehime University, 4. National Institute for Materials Science, 5. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Nitrogen occupies about 80% in the Earth's atmosphere and is one of essential elements of life. For these reasons, nitrogen is an important volatile element in various aspects of geoscience, including climates (e.g. Goldblatt et al., 2009; Wordsworth and Pierrehumbert, 2013) and the origin of life. However, we couldn't have still understood details of behavior or cycle of nitrogen in the Earth's interior. For example, it is known that the amount of nitrogen in deep Earth is more depleted than that of other volatile elements (Marty, 2012). This is called "missing" nitrogen and suggested to be caused by nitrogen stored in the upper mantle, the mantle transition zone, and the lower mantle through magma ocean from experimental researches (e.g., Li et al., 2013; Yoshioka et al., 2018). However, only two experiments corresponding to the lower mantle were conducted in the previous study (Yoshioka et al., 2018). In addition, subducting slab have played important role for volatile cycle into the deep Earth.

In this research, in order to investigate how much nitrogen is incorporated into stishovite which can carry nitrogen to the lower mantle, we conducted high-pressure and high-temperature experiments using multi-anvil apparatus installed at Geodynamics Research Center, Ehime University. All experimental pressure conditions were 27 GPa and temperature conditions ranged from 1400 ℃ to 1700 ℃. Fe-FeO buffer was used to control the redox state equal to the lower mantle. Nitrogen in recovered samples were analyzed using NanoSIMS installed at Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo. Nitrogen implanted standard samples were prepared in order to estimate nitrogen solubility in silicate minerals at National Institute for Materials Science.

A series of experimental results revealed that stishovite can incorporate 39-418 ppm nitrogen which is higher than nitrogen solubility in bridgmanite (5-50 ppm nitrogen solubility reported by Yoshioka et al. (2018)). Stishovite is mainly formed by the transition of nitrogen-rich sedimentary rocks transported to the lower mantle via subducting slabs. Our study suggests that nitrogen would continue to be supplied to the lower mantle via subducting slabs since when the plate tectonics had begun. This implies that "hidden" nitrogen reservoir was formed in the lower mantle approximately 4 billion years ago. Furthermore, this " hidden" nitrogen reservoir may play a role in decreasing high-concentration nitrogen which had enhanced greenhouse effect in the early atmosphere (Goldblatt et al., 2009) to the present nitrogen concentration level. Thus, our experimental results support the young faint Sun paradox explained by high-concentration nitrogen in the early Earth (e.g. Goldblatt et al., 2009; Wordsworth and Pierrehumbert, 2013) and suggest that "missing" nitrogen has been caused by forming a "hidden" nitrogen reservoir in the lower mantle.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：枯渇した窒素、地球深部窒素循環、プレートテクトニクス、スティショバイト、暗い太陽のパラドクス
Keywords: "Missing" nitrogen, Deep nitrogen cycle, Plate techtonics, Stishovite, The faint young Sun paradox

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3-D P- and S-velocity structure of the D″ layer beneath Central America and the Caribbean using waveform inversion

*Anselme F. E. Borgeaud[1,2], Kenji Kawai[1], Robert J. Geller[1]

1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica

We present 3-D P- and S-velocity models of the lowermost mantle (0–400 km above the core-mantle boundary) beneath Central America and the Caribbean inferred from waveform inversion of a large dataset of ~16,000 USArray waveforms data. The origin of seismic velocity anomalies in the D″ region, e.g., thermal, chemical, or due to the phase transition from Bridgemanite (brg) to post-perovskite (pPv), is still debated. Insights into the origin of velocity anomalies can be obtained by comparison of P- and S-velocity models (Wentzcovitch et al. 2006). Previous tomographic studies have reported large S-to-P velocity ratio in the lowermost mantle based mainly on normal modes, which can constrain the large-scale structure of the mantle (e.g., Masters et al. 2000; Koelemeijer et al. 2018). There are, however, few local high-resolution models of the 3-D P- and S-velocity structure of the lowermost mantle due to the difficulty of measuring the arrival-time of the small-amplitude PcP phase. Since waveform inversion does not require measuring arrival times, it might provide a more robust way of using the PcP phase to constrain the high-resolution structure of the lowermost mantle. In this study, we use ~7000 transverse component and ~7000 vertical component records from ~38 intermediate and deep-focus earthquakes in South-America recorded at USArray stations between 2004–2015. The records are cut ~10 s before the arrival of the P (S) phase, and ~40 s after the arrival of the PcP (ScS) phase. Resolution tests shows that we can resolve separately the P- and S-velocity structure of the lowermost mantle on scales less than ~300 km. Our preliminary results show a relatively good correlation between S- and P-wave anomalies on small-scales, with a large S-to-P velocity ratio in the range 100–300 km above the CMB, and a smaller ratio 0–100 km above the CMB, in general agreement with the results of Koelemeijer et al. (2018).

Keywords: Waveform inversion, Lowermost mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

D111型高圧発生装置を用いたブリッジマナイトの一軸変形実験

Uniaxial deformation experiments of bridgmanite using D-111 type high pressure apparatus

*辻野 典秀[1]、山崎 大輔[1]、西原 遊[2]
*Noriyoshi Tsujino[1], Daisuke Yamazaki[1], Yu Nishihara[2]

1. 岡山大学・惑星物質研究所、2. 愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター
1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, 2. Geodynamics Research Center, Ehime University

One dimensional viscosity models of the Earth’s mantle proposed by geophysical observations suggested that the lower mantle had the largest viscosity in the Earth’s mantle. In order to understand mantle dynamics in the Earth’s interior, it is important to know the viscosity of the Earth’s lower mantle. However, there are large variations of viscosity in the lower mantle between suggested models because of limitation of locations for geophysical observations. Therefore it is important to determine viscosity of lower mantle minerals by high pressure experiments in order to discuss mantle dynamics. Bridgmanite would be the most abundant mineral in the lower mantle. This mineral could dominate the lower mantle viscosity. In this study, we conducted in-situ stress-strain measurements of uniaxial deformation experiments of bridgmanite aggregate using D-111 type high pressure apparatus.
In-situ measurements were conducted using MAX III with D111 type guide block at PF-AR NE7A beam line. Mg-pure bridgmanite aggregates were used as starting material. Experimental conditions are 1473-1673 K and 24-27 GPa. WC second cubic anvils with cone (6.5˚) to take 2D X-ray diffraction, was used along X-ray path. Two-dimensional X-ray diffraction patterns were corrected for 240 s using flat panel detector. To calculate pressure and the stress magnitude of bridgmanite, (112) X-ray diffraction peaks were used. Strain of bridgmanite was measured by X-ray radiographies taken using an imaging system composed of a YAG crystal and a CMOS camera.
Largest strain was reached to approximately 20 %. It is confirmed that strain rate can be well controlled using stroke speed of differential rams. Steady state creep were observed at 1473 K –1673 K and 5 $\times 10^{-6}$ –3.8 $\times 10^{-5}$ /s. At normalized strain (10^{-5} /s), the creep strength of bridgmanite in this study is the largest in constituent mantle minerals reported by D-DAI apparatus.

キーワード：ブリッジマナイト、変形実験、クリープ強度
Keywords: Bridgmanite, Deformation experiments, Creep strength

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Waveform inversion for 3D anisotropic structure in D″ beneath the Northern Pacific: Constraints on mineralogy and flow in the lowermost mantle

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1]
*Yuki Suzuki[1], Kenji Kawai[1], Robert J. Geller[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science,The University of Tokyo

The D″ region is the lowermost several hundred km of the mantle immediately above the core-mantle boundary (CMB) and its base is in contact with the liquid outer core composed of iron alloy. Since the D″ region is the thermal boundary layer (TBL) at the base of the Earth's mantle, and the solidus of its constituent materials is thought to be close to the mantle geotherm, vertical and lateral variations of temperature and chemical composition associated with the Earth's thermal evolution are expected. Since chemically and thermally distinct subducted slabs would interact with the hot TBL above the CMB, and disturb the lowermost mantle, understanding the thermal and chemical evolution processes of the D″ region under subduction zones is essential to better understand the Earth's evolution.
The D″ region beneath the northern Pacific is of particular geodynamical interest because the paleo-Izanagi and present Pacific plates have been subducting beneath the northwestern margin of Laurentia since ~250 million years ago (Müller et al. 2016), which implies that paleoslabs could have reached the lowermost mantle. Suzuki et al. (2016) inferred the detailed three-dimensional S-velocity structure in the lowermost 400 km of the mantle beneath the northern Pacific. They hypothesized a prominent sheet-like lateral high-velocity, interpreted as paleoslabs, and a prominent low-velocity anomaly block immediately above the CMB below the high-velocity anomalies, which they interpreted as a TBL. In order to verify the above hypothesis and obtain geodynamical information, we infer 3D anisotropic structure beneath the northern Pacific in this study.
We conduct waveform inversion (Kawai et al. 2014) to infer the variation of the values of the TI (transverse isotropic, i.e. radial anisotropic) elastic constants L and N (Note that L is related to V_{SV} and N is related to V_{SH} when the shear wave propagates horizontally) straightforwardly in the lowermost mantle beneath the Northern Pacific, using a total of ~18,000 (~9,000 transverse and ~9,000 radial component) broadband body-wave seismograms. We used deep- and intermediate-focus events recorded at epicentral distances 70 to100 degrees at seismic stations of the USArray. The data are filtered in the period range of 20 to 200 s (i.e. 0.005 to 0.05 Hz) using a Butterworth bandpass filter. By using an S/ScS time window which is sensitive to the D″ structure we could image small-scale structure with finer resolution than previous tomographic studies.
The observed anisotropy is interpreted as due to the deformation-induced alignment of crystal caused by mantle flow for either Mg-perovskite (Mg-Pv), Mg-post-Perovskite (Mg-pPv), Ferro-periclase (Fp) or a combination thereof. In order to relate the flow geometry to the anisotropic geometry, we assume the dominant glide system and elastic constants of each mineral under the lowermost mantle condition based on high pressure experiment and theoretical calculation studies (e.g., Tsujino et al. 2016, Yamazaki et al. 2006 for deformation experiments; Wentzcovich et al. 2006 for ab initio calculation). We interpret the inferred 3D anisotropic structure based on above assumption, and we find the horizontal flow which could be related to subducted paleo-slabs is dominant in this region, and we also find vertical flow which could be related to the plume induced by slab sinking.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：最下部マントル、波形インバージョン、異方性、D"領域
Keywords: the lowermost mantle, waveform inversion, anisotropy, D" region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Maximum water solubility of bridgmanite under the Earth's lower mantle conditions

*柿澤 翔[1]、井上 徹[1,2,3]、阿部 綾太郎[1]、黒田 みなみ[4]、坂本 直哉[5]、坎本 尚義[4,5,6]
*Sho Kakizawa[1], Toru Inoue[1,2,3], Ryotaro Abe[1], Minami Kuroda[4], Naoya Sakamoto[5], Hisayoshi Yurimoto[4,5,6]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 広島大学大学院理学研究科、3. 広島大学プレート収束域の物質科学研究拠点、4. 北海道大学大学院理学院、5. 北海道大学創成研究機構、6. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所
1. Geodynamics Reseach Center, Ehime University, 2. Graduate School of Science, Hiroshima University, 3. Hiroshima Institute of Plate Convergence Region Research, 4. Graduate School of Science, Hokkaido University, 5. Creative Research Institution, Hokkaido University, 6. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

The Earth initially contained ~2 wt% H_2O, if it was formed by the mixture of C1 chondrite and enstatite chondrite [Ringwood, 1977]. However, the mass of the Earth’s ocean is only 0.02 wt% of that of the Earth. Thus, most of the H_2O or molecular H may have been lost from the Earth since then, or it may still be stored in the Earth’s deep interior. Water significantly influences the physical and chemical properties of the mantle minerals and rocks. Therefore, it is important to clarify the effect of water to understand the evolution and dynamics of the Earth. A part of water in the deep mantle can be dissolved in nominally anhydrous minerals. Wadsleyite and ringwoodite which are the major constituent minerals in the mantle transition zone, can contain ~2-3 wt% H_2O [e.g., Inoue et al., 1995; Kohlstedt et al., 1996]. On the other hand, water solubility of bridgmanite which is the most abundant mineral in the lower mantle, is a matter of debate [e.g., Bolfan-Casanova et al., 2004; Murakami et al., 2003]. Recently, Al-bearing hydrous bridgmanite contained ~0.8 wt% water was synthesized by Inoue et al. (under review). This report suggests that lower mantle can become a water reservoir in the Earth. However, the effects of pressure and Fe content on maximum water solubility of Al-bearing bridgmanite have not been clarified yet.
To determine the maximum water solubility of Al-bearing hydrous bridgmanite, high pressure and high temperature experiments were conducted under the conditions of 25-48 GPa and 1600℃. The starting materials were prepared by the mixtures of MgO, SiO_2, $Mg(OH)_2$, and $Al(OH)_3$ reagents with clinochlore [$Mg_5Al_2Si_3O_{10}(OH)_8$], Fe-bearing natural chlorite [$Mg_{4.9}Al_{1.6}Si_{3.2}Fe_{0.3}O_{10}(OH)_8$], and Fe-bearing hydrous pyrolite compositions. The water contents of the recovered run products were measured by SIMS. The water contents of Al-bearing hydrous bridgmanite increased with increasing pressure, at least up to 48 GPa. This is considered to occur the following two hydrous coupling substitutions with increasing pressure: $Si^{4+} = Al^{3+} + H^+$ and $2Mg^{2+} = Al^{3+} + H^+ + V_{Mg}$. These substitutions were dominant at low Al content, and Tschermak substitution ($Mg^{2+} + Si^{4+} = 2Al^{3+}$) became dominant with increasing Al content above Al = ~0.1 per formula unit (pfu, O = 3). The water content decreased as a result of Tschermak substitution, thus the maximum water solubility of bridgmanite is expected to be about 1.0 wt% at Al = ~0.1 pfu. In addition, the water solubility of Al-bearing hydrous bridgmanite decreased in the presence of Fe, and it became clear that it depends on the amount of Al and Fe in bridgmanite. Because of these properties, the maximum water solubility of bridgmanite in pyrolite and MORB are expected to be ~0.1 and ~0.2 wt%, respectively. When ringwoodite with high H_2O content is subducted to the lower mantle, the dehydration would occur at the top of the lower mantle. The dehydrated water should decrease melting temperature of the surrounding rocks and generates magma. Moreover, when chlorite dominant rock with high Al and low Fe content is subducted to the lower mantle, water heterogeneity would be predicted in the lower mantle, because the water content of bridgmanite generated by chlorite is significantly higher than that generated by pyrolite.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地球深部、下部マントル、ブリッジマナイト、水
Keywords: deep mantle, lower mantle, bridgmanite, water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Origin and role of lost continents

*丸山 茂徳[1]、河合 研志[2]、Gréaux Steeve[3]、土屋 卓久[3]、趙 大鵬[4]
*Shigenori Maruyama[1], Kenji Kawai[2], Steeve Gréaux[3], Taku Tsuchiya[3], Dapeng Zhao[4]

1. 東京工業大学地球生命研究所、2. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 愛媛大学、4. 東北大学大学院理学研究科
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. Department of Earth and Planetary Science, School of Science, University of Tokyo, 3. Ehime University, 4. Department of Geophysics, Tohoku University

<Purpose>

Continental crust had long been regarded that it cannot subduct into mantle forever because of lower density. If so, the Earth must have extraordinary thick continental crust over 300km in thickness. But, of course, not. We elucidate where continental curst has gone?

<Method>

Recently, on-going process of direct subduction of island arcs off Japan was reported (Yamamoto et al., 2007), as well as tectonic erosion of hanging wall of continental crust (von Huene and Scholl, 1991), the physical process by numerical simulation (Ichikawa et al., 2009), the presence of abundant TTG materials in MTZ (Kawai et al., 2013), and spatial distribution of the second continents in the MTZ over the world (Maruyama et al., 2008).

<Result>

We revealed continental curst is subducted into mantle and accumulated as “lost continent”. The estimated mass of the lost continent in MTZ (depth range of 520-660km) is 7.5 times more than total volume of TTG crust on the surface Kawai et al (2009; 2013), and the existing material is expected to be TTG, not MORB or harzuburgite based on seismology. Kawai et al. (2007) also predicted that D” layer ca. 300km thick right above CMB could be another lost continent, which anorthosite and KREEP dominated. However, this idea cannot explain reasonable enough that the density of KREEP basalt is close to that of surrounding peridotites. According to more recent estimate by Greaux et al. (2018), lost continent on CMB is expected to be fractionated KREEP and anorthosite. If KREEP lower crust of the Hadean continent subducted and segregated at 660km depth, these material could be falling preferentially into lower mantle, and they must have been accumulated on the CMB.

<Discussion>

It is pointed out that those lost continents may have played critical role for the thermal history of Earth, because most radiogenic elements such as U, Th, and K were predominantly concentrated into the primordial continents, whereas these elements were rare in the mantle. Radiogenic elements contained in lost continents must have contributed as the heat generator of the inner Earth and controlled thermal history of the Earth. One of the most significant next research targets is to conduct the quantitative estimates of lost continent. The idea of lost continents would change the concept of mantle dynamics.

キーワード：KREEP玄武岩、ロストコンティネント、マントルダイナミクス

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: KREEP basalt, Lost continent, mantle dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、座長:太田 健二、飯塚 理子

近年の高圧実験の進歩で、地球中心部に至る温度圧力条件での鉱物の物性測定が可能となってきた。一方、高精度な古地磁気測定、地球物理学観測、精密地球物理学分析、地球ニュートリノによる地球深部放射性物質の直接観測などの発展と共に、マントル対流や地磁気ダイナモの数値シミュレーション技術も大きく発展して、地球内部の状態の理解が進んできた。本セッションでは、地球及び惑星における核ーマントル相互作用と進化に焦点をあてた、様々な研究分野の成果を一堂に会する機会を提供し、情報交換を進めることを目的とする。異なる分野間の連携を発展させるための日本版地球・惑星深部研究グループ(J-SEDI）の形成に関わる講演も歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[SIT21-07] Thermal conductivity anomaly in spin-crossover ferropericlase under lower mantle conditions

★Invited Papers

*Zhongqing Wu[1] (1.University of Science and Technology of China)

11:00 ~ 11:15

[SIT21-08] Discussion

*太田 健二[1] (1.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

11:15 ~ 11:30

[SIT21-09] ***Ab initio* anharmonic lattice dynamics for Fe-bearing lower mantle minerals**

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

11:30 ~ 11:45

[SIT21-10] **Measurements of high pressure-temperature thermal conductivity of the Earth's lower mantle minerals in a laser-heated diamond anvil cell**

*太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、奥田 善之[1]、恩賀 皓太郎[1]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰生[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.産業技術総合研究所、3.東京工業大学　地球生命研究所、4.東京大学 大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

11:45 ~ 12:00

[SIT21-11] Is there evidence for a paleo-LLSVP beneath Eurasia?: Implications for the origin of the Siberian Traps

*上 翼[1]、鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻固体地球講座)

12:00 ~ 12:15

[SIT21-12] Alに富んだ無水ブリッジマナイトの存在可能組成領域

*井上 徹[1,2]、野田 昌道[2]、柿澤 翔[2] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

Thermal conductivity anomaly in spin-crossover ferropericlase under lower mantle conditions

*Zhongqing Wu[1]

1. University of Science and Technology of China

Thermal conductivity of the mantle minerals is one of the key parameters that control mantle convection. The heat flux from the core, which is determined by the heat conductivity of the thin layer overlying the core-mantle boundary (CMB), is critical to the understanding of many processes such as the Earth’s evolution, mantle convection, and geodynamo. Iron in ferropericlase experiences a spin crossover from a high spin to a low spin under lower mantle conditions, which generates anomalies in many properties such as the heat capacity and sound velocity (Wu et al., 2009, 2013). Since the thermal conductivity is proportional to the heat capacity and the square of the sound velocity, the spin-state crossover of iron in the lower mantle minerals may profoundly affect the lattice thermal conductivity of the lower mantle. However, knowledge of the spin-crossover effect on the lattice thermal conductivity is very limited.

Here, I found that the spin crossover completely changes the conventional pressure and temperature dependences of the thermal conductivity. The pressure dependence of the thermal conductivity of ferropericlase will show a double-valley feature across the spin-crossover region. Thermal conductivity of ferropericalse may increase with the temperature in some temperature region. The spin crossover can explain the anomalous reduction in thermal conductivity of ferropericlase observed recently by Ohta et al (2017) in the spin crossover region. The unusual effect of spin crossover on the thermal conductivity can be expected in other minerals with spin crossover. Since the spin-crossover region of ferropericlase covers the CMB conditions, the spin crossover effect needs serious consideration when estimating the thermal conductivity at the core-mantle boundary

Wu, Z., J. F. Justo, C. R. S. da Silva, S. de Gironcoli, and R. M. Wentzcovitch (2009), Anomalous thermodynamic properties in ferropericlase throughout its spin crossover transition, *Phys. Rev. B*, *80*(1), 014409.

Wu, Z. Q., J. F. Justo, and R. M. Wentzcovitch (2013), Elastic Anomalies in a Spin-Crossover System: Ferropericlase at Lower Mantle Conditions, *Phys. Rev. Lett.*, *110*(22).

Ohta, K., T. Yagi, K. Hirose, and Y. Ohishi (2017), Thermal conductivity of ferropericlase in the Earth's lower mantle, Earth and Planetary Science Letters, 465, 29-37.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discussion

*太田 健二[1]
*Kenji Ohta[1]

1. 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

Discussion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ab initio anharmonic lattice dynamics for Fe-bearing lower mantle minerals

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1]
*Haruhiko Dekura[1], Taku Tsuchiya[1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Geodynamics Research Center, Ehime University

Determination of lattice thermal conductivity (κ_{lat}) of lower mantle (LM) minerals is a key to understanding the dynamics and evolution of the earth’ s deep interior. Some recent experimental studies have shown that κ_{lat} of MgO and $MgSiO_3$ bridgmanite (Brg) are substantially reduced by Fe incorporation (Manthilake et al., 2012; Goncharov et al., 2015; Ohta et al., 2017; Hsieh et al., 2017). In contrast, Okuda et al. (2017) reported a very different result on Brg with a marginal effect of Fe. Besides, the effect of Fe on $MgSiO_3$ post-perovskite (PPv) has never been reported. Therefore, in this study, we investigate κ_{lat} of Fe-bearing LM minerals (ferropericlase (FP), Brg, and PPv) in the LM pressure and temperature conditions, based on the *ab initio* anharmonic lattice dynamics techniques with fully solving the phonon Boltzmann transport equation (Dekura and Tsuchiya, 2017) combined with the internally consistent LDA+*U* technique for more precisely describing the Fe-O bond (Wang et al., 2015). Calculations demonstrate strong negative solid solution effects of low-spin Fe on κ_{lat} of FP and high-spin Fe on κ_{lat} of Brg and PPv, as a linear decrease in log κ_{lat} of FP with increasing the Fe concentration. Our detailed analyses indicate that such strong effects occur primarily due to the substantial changes in harmonic properties and are found to be Brg > PPv >FP. The present results improve the conventional estimation of the effective LM conductivity (e.g., Stacey 1992). It is estimated to be ~2-3 $Wm^{-1}K^{-1}$ for the pyrolytic aggregate (FP + Brg) and ~4-5 $Wm^{-1}K^{-1}$ (FP+PPv) at 136 GPa and 4000 K, which are ~60-80% smaller than the conventional value of 10 $Wm^{-1}K^{-1}$.

キーワード：下部マントル鉱物、格子熱伝導率、第一原理計算
Keywords: Lower mantle minerals, Lattice thermal conductivity , First-principles calculation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Measurements of high pressure-temperature thermal conductivity of the Earth’s lower mantle minerals in a laser-heated diamond anvil cell

*太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、奥田 善之[1]、恩賀 皓太郎[1]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰生[5]
*Kenji Ohta[1], Akira Hasegawa[1,2], Takashi Yagi[2], Yoshiyuki Okuda[1], Koutarou Onga[1], Kei Hirose[3,4], Yasuo Ohishi[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 産業技術総合研究所、3. 東京工業大学　地球生命研究所、4. 東京大学 大学院理学系研究科　地球惑星科学専攻、5. 高輝度光科学研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 4. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 5. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

The thermal transport properties of the Earth’s constituents are important information to understand thermal evolution and the heat budget of the Earth. Thus, the experimental determination of thermal conductivity of deep Earth materials are required. The diamond anvil cell (DAC) is capable of accessing the pressure-temperature conditions of the Earth’s deep interior, and is compatible with laser optical techniques. The pulsed light heating thermoreflectance (TR) method has been applied to a DAC in order to measure thermal conductivity and diffusivity of condensed material [1,2]. This TR with DAC method successfully obtained the thermal conductivity of the Earth’s lower mantle minerals to the pressure condition equal to the Earth’s core-mantle boundary (135 GPa) but at room temperature [3]. To extend measurable temperature range, the TR method may be combined with a laser-heated DAC (LHDAC) technique that is able to generate the pressure-temperature condition equivalent to the center of the Earth.

We recently developed a new instrument to measure the thermal diffusivity (and thus thermal conductivity) of sample *in-situ*at high pressure and temperature based on the combination of the TR method and the LHDAC system. We use a double-sided high-power CW laser heating technique to generate stable high temperature conditions of sample in a DAC. A pulsed pump laser and a CW probe laser are also irradiated to the sample to determine heat diffusion time through the sample via the thermoreflectance phenomena. Details of the thermoreflectance technique in a DAC may be found in our previous studies [2]. Using the developed method, we measured the thermal conductivity of the main minerals in the Earth’s lower mantle, MgO periclase, $MgSiO_3$bridgmanite, post-perovskite and $CaSiO_3$ perovskite*in-situ*at high pressures and high temperatures. These are the first experimental demonstrations of thermal conductivity of the lower mantle minerals at the conditions below the mid-part of the Earth’s lower mantle. The new thermal conductivity measurement system will shed light on the controversial thermal transport properties of the Earth’s deep interior [4].

References:[1] Hsieh, W.-P. et al., *Phys. Rev. B*, **80**, 180302 (2009).[2] Yagi, T. et al., *Meas. Sci. Technol.,* **22**, 024011 (2011). [3] Okuda, Y. et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, **474**, 25–31 (2017). [4] Kavner, A. and Rainey, E.S.G., *Deep Earth: Physics and Chemistry of the Lower Mantle and Core*, 31–42 (2016).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：熱伝導率、下部マントル、高温高圧実験
Keywords: Thermal conductivity, Lower mantle, High P-T experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Is there evidence for a paleo-LLSVP beneath Eurasia?: Implications for the origin of the Siberian Traps

*上 翼[1]、鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]
*Tsubasa Ue[1], Yuki Suzuki[1], Kenji Kawai[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻固体地球講座
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, The University of Tokyo

The massive eruption during the latest Permian, which precipitated the Earth's most severe known extinction event, is one of the largest known volcanic events on Earth. However, the cause of the active volcanism remains incompletely understood. Recent seismological analysis has revealed that currently active volcanoes are related to seismic low-velocity anomalies which are almost vertically continuous from the core-mantle boundary (CMB) to shallow depths. Here we infer the seismic velocity structure beneath Eurasia in order to confirm whether formerly active volcanism is also related to a mantle upwelling.

We apply the 3-D localized waveform inversion methods to about 5,500 transverse-component of broadband body-wave seismograms observed at Japan for 3 intermediate and deep earthquakes occurred in Europe, European stations for 116 events occurred beneath the western Pacific subduction zone and Canadian stations for 5 events occurred beneath the Hindu Kush. We use waveform data obtained from the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED), Observation & Research Facilities for European Seismology (ORFEUS) and Canadian National Data Centre (CNDC).

We found a high-velocity anomaly about 100 km above the CMB beneath Lake Baikal and two low-velocity anomalies immediately above the CMB beneath the cities of Perm and Irkutsk, Russia, respectively. Plate reconstructions show there are some large igneous provinces (LIPs) and slab remnants beneath Eurasia. Our results suggest two scenarios: one where two low-velocity anomalies used to be united and larger than present size but divided and weakened by the subducted cold slab and another where two low-velocity anomalies were originally separated with each other and became different LIPs. In either case, our findings suggest that the cause of a massive eruption during the latest Permian was a plume upwelling from the CMB.

キーワード：ディーダブルプライム、ウェーブフォームインバージョン、ペルムアノマリー、リップス、S波速度構造
Keywords: D″, Waveform inversion, Perm Anomaly, LIPs, S velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Alに富んだ無水ブリッジマナイトの存在可能組成領域
Possible compositional region of Al-bearing anhydrous bridgmanite

*井上 徹[1,2]、野田 昌道[2]、柿澤 翔[2]
*Toru Inoue[1,2], Masamichi Noda[2], Sho Kakizawa[2]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Geodynamics Research Center, Ehime University

Bridgmanite should be a major constituent mineral in the Earth's lower mantle, and Irifune (1994) reported that bridgmanite can incorporate almost Al_2O_3 component in lower mantle. The Al substitution mechanism is supposed to be complicated, because there are two types of Al substitution mechanisms in anhydrous bridgmanite, Tschermak and oxygen vacancy substitutions (e.g. Kojitani et al., 2007). However, the pure Tschermak and oxygen vacancy substitutions bridgmanite has not been reported so far in low Al content, when we checked the previous studies carefully (e.g. Irifune et al, 1996; Kubo and Akaogi, 2000). The previous studies have used powder samples as the starting materials, so we considered that the absorbed water may affect the results, because we have a knowledge of the possible existence of hydrous bridgmanite which has a water content of ~0.8 wt%. Therefore, we tried to investigate the possible existence of the Al substitution mechanism in bridgmanite as a function of Al content in extremely anhydrous condition.

The high pressure experiments were conducted at 28 GPa and 1600-1700℃ for 1 hour using a Kawai type apparatus. Some different Al content samples were prepared as the starting materials along the ideal substitution line of Tschermak and oxygen vacancy substitutions, respectively. Glass rods were used as the starting materials to eliminate the absorbed water on the sample surface. Moreover, the glass rods were enclosed in a rhenium capsule to prevent the water incorporation from the surrounding cell assembly. In addition, all parts of the cell assembly were dried just before the synthesis experiments. The chemical compositions of the starting materials were examined by SEM-EDS, and the recovered samples were identified by X-ray and neutron (in J-PARC) diffractions and SEM-EDS.

Our results show that it is possible to exist both Tschermak and oxygen vacancy substitution bridgmanites in low Al content in anhydrous condition. The maximum Al content for pure oxygen vacancy substitution bridgmanite was ~0.025 pfu in total cation of 2, and the existence of oxygen vacancy substitution component was restricted to be less than Al=~0.1 pfu. The present result combining with our previous study in hydrous condition, shows that hydration in Al-bearing bridgmanite should occur easily if hydrogen exists in the system (lower mantle) in pyrolite (MgO-excess) composition. Thus the large deviation from the Tschermak substitution in the previous studies mainly should come from the hydration from the absorbed water.

キーワード：下部マントル、ブリッジマナイト、Al2O3成分、無水条件、含水条件
Keywords: lower mantle, bridgmanite, Al2O3 component, anhydrous condition, hydrous condition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、座長:五味 斎、飯塚 毅

近年の高圧実験の進歩で、地球中心部に至る温度圧力条件での鉱物の物性測定が可能となってきた。一方、高精度な古地磁気測定、地球物理学観測、精密地球物理学分析、地球ニュートリノによる地球深部放射性物質の直接観測などの発展と共に、マントル対流や地磁気ダイナモの数値シミュレーション技術も大きく発展して、地球内部の状態の理解が進んできた。本セッションでは、地球及び惑星における核ーマントル相互作用と進化に焦点をあてた、様々な研究分野の成果を一堂に会する機会を提供し、情報交換を進めることを目的とする。異なる分野間の連携を発展させるための日本版地球・惑星深部研究グループ(J-SEDI）の形成に関わる講演も歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[SIT21-13] Evolution of the Earth mantle and its possible interaction with core: view from olivine and its inclusions study

★Invited Papers

*Alexander V Sobolev[1]、Valentina G. Batanova[2] (1.ISTerre Institute of Earth Sciences、2.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences, Kosygina str. 19, Moscow 119991, Russia.)

14:00 ~ 14:15

[SIT21-14] Discussion

*飯塚 毅[1] (1.東京大学)

14:15 ~ 14:30

[SIT21-15] Ultralow-velocity zones possibly explained by light element-enriched iron compounds

*Liang Yuan[1]、Eiji Ohtani[1]、Xiang Wu[2]、Shengxuan Huang[3]、Daijo Ikuta[1]、Tatsuya Sakamaki[1]、Seiji Kamada[1]、Hiroshi Fukui[4,5]、Satoshi Tsutsui[6]、Hiroshi Uchiyama[6]、Daisuke Ishikawa[5,6]、Naohisa Hirao[6]、Alfred Q. R. Baron[5] (1.Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan、2.State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China、3.Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, MOE, Peking University and School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China、4.Center for Novel Material Science under Multi-Extreme Conditions, Graduate School of Material Science, University of Hyogo, Hyogo 678-1297, Japan、5.Materials Dynamics Laboratory, RIKEN SPring-8 Center, Hyogo 679-5148, Japan、6.Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI), SPring-8, Hyogo, 679-5198, Japan)

14:30 ~ 14:45

[SIT21-16] High-precision $^{142}W/^{144}W$ ratios of oceanic island basalts and Large Igneous Province basalts.

賞雅 朝子[1]、*鈴木 勝彦[1]、深海 雄介[2]、飯塚 毅[3] (1.海洋研究開発機構・海底資源研究開発センター、2.海洋研究開発機構・深海・地殻内生物圏研究分野、3.東京大学・大学院理学系研究科)

14:45 ~ 15:00

[SIT21-17] Some technological developments in high temperature generation using KMA and precise melting/phase relations of minerals and rocks under deep mantle conditions

*入舩 徹男[1,2]、周 佑黙[1]、有本 岳史[1]、桑原 秀治[1]、野村 龍一[3]、西 真之[1]、山口 桃子[1]、丹下 慶範[4]、栗林 貴弘[5]、劉 兆東[6] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.東京工業大学地球生命研究所、3.京都大学白眉

センター/大学院人間・環境学研究科、4.高輝度光科学研究センター利用研究促進部門、5.東北大学理学研究科、6.吉林大超硬材料研究所)

15:00 ~ 15:15

[SIT21-18] Zr isotope constraints on early Earth differentiation

*飯塚 毅[1]、板野 敬太[1]、山本 伸次[2] (1.東京大学、2.横浜国立大学)

Evolution of the Earth mantle and its possible interaction with core: view from olivine and its inclusions study

*Alexander V Sobolev[1], Valentina G. Batanova[2]

1. ISTerre Institute of Earth Sciences, 2. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences, Kosygina str. 19, Moscow 119991, Russia.

The rate and style of mantle convection, as well as production and recycling of crust into the mantle, control the evolution of the Earth. Present knowledge of mantle evolution is mostly restricted to the Phanerozoic, for which fresh mantle-derived lavas and relevant geophysical data are available. Information about the Precambrian mantle comes almost entirely from the compositions of altered rocks, which lack data on the contents of mobile and volatile elements and their isotopes. Such data are crucial for geodynamic reconstructions and understanding of surface rock recycling into the deep mantle. Fortunately, this information is preserved within inclusions of melt in relicts of olivine phenocrysts in komatiites.

In this presentation we will address the compositional evolution of the terrestrial mantle, from the Archean to the Phanerozoic, using compositions and temperatures of primary mantle-derived melts reconstructed from the study of melt inclusions and host olivine. We will report an extensive range of geochemical parameters, including mobile and volatile element (Pb, B, Rb, Ba, Sr, Cl, S, H2O, CO2) concentrations and isotopic compositions of H in homogenized melt inclusions and the elemental compositions of host olivines and inclusions of spinel. We will present data for komatiites and picrites that originated at different depths and cratons between 3.3 and 0.09 Ga. We will apply published and new models to constrain the temperatures and compositions of their mantle sources to relate our observations to the evolution of mantle convection and plate tectonics. We will, therefore, address the following issues: the rate of crustal growth and recycling through time; the timing of the onset of large-scale subduction and plate tectonics; the concentration and origin of H2O and halogens in the deep mantle, and the extent (if any) of core-mantle interaction.

We will present evidence of the significant excess of H2O and Cl in the mantle sources of komatiites and will show that hydrogen isotope composition of komatiites is significantly more depleted in deuterium than all surface reservoirs and typical mantle but resembles that in dehydrated subducted slabs. We will demonstrate temporal trends of Pb/Ce and oxygen fugacity of primary komatiite melts.

Our results suggest that lithosphere recycling into the deep mantle, arguably via subduction, started before 3.3 Ga and interaction of mantle and core probably took place all this time.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discussion

*飯塚 毅[1]
*Tsuyoshi Iizuka[1]

1. 東京大学
1. University of Tokyo

Discussion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ultralow-velocity zones possibly explained by light element-enriched iron compounds

*Liang Yuan[1], Eiji Ohtani[1], Xiang Wu[2], Shengxuan Huang[3], Daijo Ikuta[1], Tatsuya Sakamaki[1], Seiji Kamada[1], Hiroshi Fukui[4,5], Satoshi Tsutsui[6], Hiroshi Uchiyama[6], Daisuke Ishikawa[5,6], Naohisa Hirao[6], Alfred Q. R. Baron[5]

1. Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan, 2. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China, 3. Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, MOE, Peking University and School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China, 4. Center for Novel Material Science under Multi-Extreme Conditions, Graduate School of Material Science, University of Hyogo, Hyogo 678-1297, Japan, 5. Materials Dynamics Laboratory, RIKEN SPring-8 Center, Hyogo 679-5148, Japan, 6. Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI), SPring-8, Hyogo, 679-5198, Japan

The core–mantle boundary (CMB) is the most fundamental chemical discontinuity in the Earth. Recent experiments showed that, when water meets iron at the CMB, hydrogen-bearing iron peroxide FeO_2H_x can be produced. The results indicate that water can interact with iron metal very differently than it does on the surface of the earth. Seismic waves speeds in this hydrogen bearing iron peroxide are much slower compared with lower-mantle silicate solid phases, and therefore it may help explain the seismic anomalies at the CMB.

Given the steep geothermal gradient across the CMB, the hydrogen-bearing iron peroxide FeO_2H_x likely undergoes high-temperature decomposition into anhydrous iron oxides (e.g., Fe_2O_3) and fluids. We measured the sound velocity of Fe_2O_3 post-perovskite (ppv) through inelastic X-ray scattering up to 132 GPa and 1,800 K, relevant to the lowermost mantle. Combined with first-principles investigations, we are able to show that Fe_2O_3 ppv has very low sound velocities and strong anisotropy with respect to lower-mantle silicates. Therefore, both hydrogen-bearing iron peroxide FeO_2H_x and post-perovskite Fe_2O_3 are candidate phases for ultralow-velocity zones at the CMB.

Funding acknowledgment: This work was supported by the JSPS Japanese–German Graduate Externship.

Keywords: Core–mantle boundary, Ultralow-velocity zones, Light elements, Iron compounds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-precision $^{142}W/^{144}W$ ratios of oceanic island basalts and Large Igneous Province basalts.

賞雅 朝子[1]、*鈴木 勝彦[1]、深海 雄介[2]、飯塚 毅[3]
Asako Takamasa[1], *Katsuhiko Suzuki[1], Yusuke Fukami[2], Tsuyoshi Iizuka[3]

1. 海洋研究開発機構・海底資源研究開発センター、2. 海洋研究開発機構・深海・地殻内生物圏研究分野、3. 東京大学・大学院理学系研究科
1. Research and Development Center for Submarine Resources, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Department of Subsurface Geobiological Analysis and Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Graduate School of Science, The University of Tokyo

Among five W isotopes, ^{182}W is a product of b-decay of ^{182}Hf with the relatively short half life of 8.9 m.y. As Hf and W are lithophile and siderophile, respectively, the ^{182}Hf-^{182}W radiometric system could constrain metal-silicate (core-mantle) differentiation, especially core segregation, in the very early Earth system because of its large fractionation between metal-silicate and the short half life of ^{182}Hf. Recent improvements of analytical techniques of W isotope analyses using TIMS and MC-ICP-MS equipped with a desolvating device allow to obtain highly precise $^{182}W/^{184}W$ ratios of terrestrial rocks. These led to findings of $m^{182}W$ anomalies (mostly positive) in old komatiites (2.4 –3.8 Ga) and young volcanic rocks with positive anomalies of 12 Ma Ontong Java Plateau and 6 Ma Baffin Bay (Rizo et al., 2016) and with negative anomalies of those such as the Loihi and Samoa basalts (Mundl et al., 2017). Recently, Kruijer and Kleine (2018) proposed that the ^{182}W excesses for an OJP sample by Rizo et al. (2016) may result from the nuclear field shift effect leading to defect of ^{183}W, as the NTIMS analyses utilized a double normalization involving the $^{183}W/^{184}W$ ratio.

In our study, high-precision W isotope ratio measurement with MC-ICP-MS (Thermo co. Ltd., NEPTUNE PLUS) equipped with desolvating nebulizer (ARIDAS II) following the chemical separation using both cation and anion exchange resin has been developed. We have measured the W standard solution (SRM 3163) and obtained the isotopic compositions with a precision of ±5ppm. However, the standard solution, which was processed by the cation or anion exchange chemistry in the same way as for rock samples, has systematic $^{182}W/^{184}W$ drift of -5ppm, which was also observed by Willbold et al. (2011) and Kruijer and Kleine (2018). This shift likely resulted from the nuclear field shift effect as mentioned by Kruijer and Kleine (2018). Therefore, we corrected the measured W isotope ratios of samples with the standard solution processed by the same method as that of the samples. This technique led to obtaining of the W isotopic compositions with reproducibility of several ppm. We have obtained negative $\mu^{182}W$ for the basalts with the high $^{3}He/^{4}He$ isotopic composition from the Loihi, Hawaii, through the developed analytical method. This result is consistent with that of Mundl et al., (2017). As the Earth’ s core should have a negative $\mu^{182}W$ value of ca. -210, the Loihi sample we analyzed probably contains a component with a signature of core-mantle interaction. We have obtained the high-precision W isotope data for the fresh drilled basalts from Louisville. Louisville is known to have been originated from the primordial deep mantle source. We will discuss the obtained results and the early evolution of the deep mantle.

Acknowledgement –JSPS Grant-in-Aid has supported this project. We are grateful to M. Kawamura for experimental help and Y. Orihashi, T. Hanyu, M. Tejada for providing samples.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：タングステン同位体、核ーマントル相互作用
Keywords: tungsten isotope, core-mantle interaction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Some technological developments in high temperature generation using KMA and precise melting/phase relations of minerals and rocks under deep mantle conditions

*入舩 徹男[1,2]、周 佑黙[1]、有本 岳史[1]、桑原 秀治[1]、野村 龍一[3]、西 真之[1]、山口 桃子[1]、丹下 慶範[4]、栗林 貴弘[5]、劉 兆東[6]
*Tetsuo Irifune[1,2], Youmo Zhou[1], Takeshi Arimoto[1], Hideharu Kuwahara[1], Ryuichi Nomura[3], Masayuki Nishi[1], Momoko Yamaguchi[1], Yoshinori Tange[4], Takahiro Kuribayashi[5], Zhaodong Liu[6]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 東京工業大学地球生命研究所、3. 京都大学白眉センター/大学院人間・環境学研究科、4. 高輝度光科学研究センター利用研究促進部門、5. 東北大学理学研究科、6. 吉林大超硬材料研究所
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Eearth Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 3. Hakubi Center/ Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 4. Research & Utilization Division, Japan Synchrotron Research Institute, 5. Graduate School of Science, Tohoku University, 6. Institute of Super Hard Materials, Jilin University

Technological developments in stable and homogeneous high temperature generation have been made using conventional $LaCrO_3$ or Re heater for Kawai-type multianvil apparatus (KMA) with tungusten carbide (WC) and sintered diamond (SD) anvils. For WC-KMA, stable temeperature generation to ~3000 K has been achieved under the pressures up to ~27 GPa mainly for quench experiments. Temperatures of ~2000-2300 K have been produced stably for 20-180 minutes at pressures to ~65 GPa for *in situ* X-ray measurements using SD-KMA, in addition to the *ex situ* experiments.

Some experimental studies for precise determination of subsolidus and melting phase relations have successfully been made for some simple mineral systems, such as $MgSiO_3$-Al_2O_3, $MgSiO_3$-$FeSiO_3$, $MgSiO_3$-$CaSiO_3$, $CaSiO_3$-SiO_2, Al_2O_3-SiO_2, $KAlSi_3O_8$-$NaAlSi_3O_8$, Al_2SiO_5, $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$, etc. at temperatures near and above the typical geotherm at pressures corresponding to those of the mantle transition region to the middle part of the lower mantle. These studies have provided firm experimental databases for the mineralogy of the deep mantle, and also led to findings of some new high-pressure phases stable only under the very high-temperture conditions. Melting and associated partioning of some key trace elements in more complex chemical compositions have also been conducted under the pressures of the uppermost lower manlte to constrain the differentiation and evolution of the deep mantle.

キーワード：下部マントル、マルチアンビル装置、融解関係、相関係、高温高圧実験、技術開発
Keywords: lower mantle, multianvil apparatus, melting relations, phase relations, high pressure and high temperature experiment, technological development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Zr isotope constraints on early Earth differentiation

*飯塚 毅[1]、板野 敬太[1]、山本 伸次[2]
*Tsuyoshi Iizuka[1], Keita Itano[1], Shinji Yamamoto[2]

1. 東京大学、2. 横浜国立大学
1. University of Tokyo, 2. Yokohama National University

The radionuclide 92Nb decays to 92Zr with a half-life of 37 Ma [1]. Because Nb and Zr can fractionate from each other during partial melting of the mantle and mineral crystallization as well as metal-silicate differentiation, Nb-Zr isotope systematics can potentially place chronological constraints on early planetary differentiation. Considering the initial abundance of 92Nb in the solar system (92Nb/93Nb = 1.7 ×10-5), yet, the possible Zr isotopic variation on the Earth would be highly restricted [2]. For instance, even a 4.53 Ga reservoir having a Nb/Zr ratio four times higher than that of CHUR is expected to display a 92Zr anomaly of only +10 ppm. Such reservoir with an elevated Nb/Zr ratio might be formed if Fe-Ti oxide and sulfide minerals presented as a liquidus phase during differentiation on the infant Earth.
Here we report our search for a Zr isotopic vestige of early Earth differentiation using ancient terrestrial zircons. Zirconium isotopic ratios in single zircon grains were measured using MC-ICP-MS with the desolvating nebulization technique, which allows us to achieve analytical precision of ±˜10 ppm. So far, the high-precision Zr isotopic analysis has been applied to detrital zircons with ages up to 4.3 Ga from the Jack Hills in the Yilgarn Craton, Western Australia and igneous zircons from the 4.0–3.6 Ga orthogneisses in the Acasta Gneiss Complex, northwestern Canada. These Acasta rock samples were previously studied for zircon Lu–Hf isotope systematics and the results indicated that their magmatic sources contained Hadean crustal components [3]. Our Zr isotopic data for the Jack Hills and Acasta zircons display no 92Zr anomalies larger than 10 ppm. By combining the Hf isotopic data for these zircon grain, we indicate the development of a 4.5 Ga enriched reservoir on the Earth that had a Lu/Hf of 0.07 and a Nb/Zr less than 0.4. Such reservoir could form via fractional crystallization processes within the shallow or upper mantle.
[1] Holden (1990) Pure Appl. Chem. 62, 941–958. [2] Iizuka et al. (2016) Earth Planet. Sci. Lett. 439, 172–181. [3] Iizuka et al. (2009) Chem. Geol. 259, 230–239.

キーワード：冥王代、マグマオーシャン、ジルコニウム同位体、ジルコン
Keywords: Hadean, magma ocean, Zr isotopes, zircon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

近年の高圧実験の進歩で、地球中心部に至る温度圧力条件での鉱物の物性測定が可能となってきた。一方、高精度な古地磁気測定、地球物理学観測、精密地球物理学分析、地球ニュートリノによる地球深部放射性物質の直接観測などの発展と共に、マントル対流や地磁気ダイナモの数値シミュレーション技術も大きく発展して、地球内部の状態の理解が進んできた。本セッションでは、地球及び惑星における核ーマントル相互作用と進化に焦点をあてた、様々な研究分野の成果を一堂に会する機会を提供し、情報交換を進めることを目的とする。異なる分野間の連携を発展させるための日本版地球・惑星深部研究グループ(J-SEDI）の形成に関わる講演も歓迎する。

[SIT21-P01] 茨城県稲田花崗岩における小スケールの岩石組成変化の検討 -日本列島地殻由来の地球ニュートリノフラックスの高精度推定に向けて-

★招待講演

*上木 賢太[1]、南 一輝[2]、飯塚 毅[3]、榎本 三四郎[4]、田中 宏幸[2] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京大学地球惑星科学専攻、4.ワシントン大学)

[SIT21-P02] Towards a better estimation of the temperature distribution beneath the Japanese Islands

*田中 明子[1]、山野 誠[2]、濱元 栄起[3]、後藤 秀作[4]、松本 拓己[5] (1.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2.東京大学 地震研究所、3.埼玉県 環境科学国際センター、4.産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門、5.防災科学技術研究所)

[SIT21-P03] 日本列島地殻由来の地殻ニュートリノフラックス推定への地球化学データベース利用

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、岩森 光[1,2,3] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京工業大学)

[SIT21-P04] **Viscosity of potassium titanosilicate melt at high pressure**

*鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[SIT21-P05] **Lattice thermal conductivity of wadsleyite and ringwoodite at the mantle transition zone pressures**

*木村 清二[1]、太田 健二[6]、川添 貴章[2]、廣瀬 敬[3]、鍵 裕之[4]、八木 貴志[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3.東京工業大学大学　地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設 、5.国立研究開発法人産業技術総合研究所、6.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

[SIT21-P06] In-situ X-ray observations of the olivine-spinel transformation under shear deformation: preliminary results on the reaction-induced weakening

*久保 友明[1]、森山 一哉[1]、森 悠一郎[1]、今村 公裕[1]、小泉 早苗[2]、西原 遊[3]、鈴木 昭夫[4]、肥後 祐司[5] (1.九州大学、2.東大地震研、3.愛媛大学GRC、4.東北大学、5.JASRI)

[SIT21-P07] Internally resistive heated diamond anvil cell experiments with metal encapsulated minerals

*山本 倫也[1]、太田 健二[1]、末広 翔[1]、井上 勇人[1] (1.東京工業大学)

[SIT21-P08] Shear deformation on post-spinel

*山崎 大輔[1]、辻野 典秀[1]、西原 遊[2] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P09] **Lattice thermal conductivity of $CaSiO_3$ perovskite at high pressures and high temperatures**

*恩賀 皓太郎[1]、太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰夫[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.産業技術総合研究所、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P10] **Polycrystalline diamond sintered from ultradispersed nanodiamonds**

*西 真之[1,2]、山本 幸一郎[1]、周 佑黙[1]、入舩 徹男[2,1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P11] Thermal conductivity measurements on iron and MgO periclase at high pressure and high temperature similar to the Earth's mid-lower mantle conditions

*長谷川 暉[1,2]、太田 健二[2]、八木 貴志[1]、廣瀬 敬[3,4] (1.産業技術総合研究所、2.東京工業大学、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学)

[SIT21-P12] Azimuthal anisotropy in the lowermost mantle beneath Philippine from ScS-S times

*田中 聡[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[SIT21-P13] Detailed 3-D S-velocity structure within D" at the western Pacific LLSVP margin: smaller scale plumes and paleoslabs

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1]、田中 聡[2]、Weerachai Siripuvaraporn[3]、Songkhun Boonchaisuku[3]、Noisagool Sutthipong[3]、石原 靖[2]、Taweoon Kim、宮川 幸治[4]、竹内 希[4] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.Mahidol University、4.東京大学地震研究所)

[SIT21-P14] Possible interaction between the core and mantle inferred from a core surface flow model

*松島 政貴[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

[SIT21-P15] 高温高圧条件下での金属-ケイ酸塩メルト間の希ガス分配係数の実験的決定

*田中 友崇[1]、桑原 秀治[2]、貴志 智[1]、野村 龍一[3]、三部 賢治[5]、鍵 裕之[4]、舘野 繁彦[6]、角野 浩史[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター、3.京都大学、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、5.東京大学地震研究所、6.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P16] **Measurement of T-dependent electrical resistivity of solid and liquid Fe and Pt at fixed P**

*Innocent Ezenwa[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT21-P17] Ancient, highly depleted mantle constrained by Re-Os isotope and highly-siderophile element compositions of French Polynesian xenoliths

*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、鈴木 勝彦[3]、小木曽 哲[4] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京工業大学　理学院地球惑星科学系、3.JAMSTEC　海底資源研究開発センター、4.京都大学　大学院人間・環境学研究科)

[SIT21-P18] First-principles prediction of hydrogen partitioning between the core and mantle

*大場 篤朗[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学 地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P19] Microvolume stable isotope measuremetns and its applicaiton for high-pressure high-temperature experimental run products

*Madhusoodhan Satish-Kumar[1]、Shinnosuke Aoyama[1] (1.Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University)

[SIT21-P20] Electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys at high pressure and temperature

*井上 勇人[1]、末広 翔[1]、太田 健二[1]、廣瀬 敬[2,3]、大石 泰生[4] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京工業大学地球生命研究所、3.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、4.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P21] Electrical resistivity and thermal conductivity of fcc Fe: Implications for the Mercury's core

★Invited Papers

*五味 斎[1]、芳野 極[1] (1.岡山大学)

[SIT21-P22] Lateral heterogeneity in the lowermost outer core (F layer) of the Earth revealed by seismic analyses

*大滝 壽樹[1]、金嶋 聰[2]、土屋 卓久[3] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P23] 内核の不均一成長に伴う地球外核中の流れと軽成分分布

*竹広 真一[1]、佐々木 洋平[2] (1.京都大学数理解析研究所、2.京都大学大学院理学研究科数学教室)

[SIT21-P24] Sharpness of the hemispherical boundary in the inner core beneath the northern Pacific

*入谷 良平[1]、川勝 均[1]、竹内 希[1] (1.東京大学地震研究所)

[SIT21-P25] Stable carbon isotope fractionation in Fe-C system from first principles

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

茨城県稲田花崗岩における小スケールの岩石組成変化の検討 -日本列島地殻由来の地球ニュートリノフラックスの高精度推定に向けて-
Sample-scale compositional variation of the Inada granite, Ibaraki, Japan -toward the reduction of geoneutrino flux estimation errors from the Japanese crust-

*上木 賢太[1]、南 一輝[2]、飯塚 毅[3]、榎本 三四郎[4]、田中 宏幸[2]
*Kenta Ueki[1], Minami Kazuki[2], Tsuyoshi Iizuka[3], Sanshiro Enomoto[4], Hiroyuki Tanaka[2]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 東京大学地球惑星科学専攻、4. ワシントン大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 4. Center for Experimental Nuclear Physics and Astrophysics, University of Washington

Geoneutrio observed at anti-neutrino observatory "KamLAND" in Kamioka (Hida City, Gifu Prefecture), enables us to directly observe the abundance of radiogenic elements in the deep earth. As crustal rocks exhibit a high concentration of geoneutrino producing radiogenic elements (Uranium and Thorium) than mantle rocks, we have to subtract the contribution of geoneutrino from the Japanese crust from the observation value in Kamioka to estimate geoneutrino flux from core and mantle. For the purpose, we estimated the 3D distribution of uranium and thorium in the Japanese crust by the stochastic modeling using the seismic velocity structure, geological information and geochemical database for the Japanese crustal rock. Geoneutrino flux calculated using the compositional map exhibits a very large error (up to 80%) at present.
We found that information on the compositional heterogeneity (spatial correlation) of various length scale, such as of the single rock suite scale (km to m scale), and sample scale (cm to mm scale) are essential to reduce the estimation error of crustal geoneutrino flux as small as the observation error of the geoneutrino on KamLAND. Therefore, we conducted a grid sampling of the granite of Inada, Ibaraki prefecture, to obtain quantitative knowledge on the small scale compositional heterogeneity. Samples (about 500g) were divided into several centimeter scale split (about 25g). Based on the compositional variations between small splits from one sample, we discuss the small scale sample wise compositional variation. Whole rock chemical composition of each small split was analyzed using XRF. Also, we conducted surface analysis using an ED-XRF to evaluate the spatial distribution of elements in each split. As a result, even within a single sample (about 500g), a compositional variation of about several% at maximum was observed. This result indicates that when conducting the analysis based on the rock chemical composition considering the spatial context, it is necessary to properly evaluate the sample scale heterogeneity, in addition to the tectonic scale, the rock suite scale, and microscopic scale.Also, this result will contribute to the reduction of the estimation error of geoneutrino from the Japanese crust.

キーワード：地球ニュートリノ、花崗岩、岩石化学組成
Keywords: Geoneutrino, Granite, Rock chemical composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Towards a better estimation of the temperature distribution beneath the Japanese Islands

*田中 明子[1]、山野 誠[2]、濱元 栄起[3]、後藤 秀作[4]、松本 拓己[5]
*Akiko Tanaka[1], Makoto Yamano[2], Hideki Hamamoto[3], Shusaku Goto[4], Takumi Matsumoto[5]

1. 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2. 東京大学 地震研究所、3. 埼玉県 環境科学国際センター、4. 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門、5. 防災科学技術研究所
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Center for Environmental Science in Saitama, 4. Institute for Geo-Resources and Environment National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

To improve our understanding of the thermal evolution and structure of the deep Earth, it is necessary to know the shallow part of them. Surface heat flow provides important constraint on it. However, the number of heat flow data is limited and spatially very inhomogeneous and even in regions with measurements the data quality varies. For this reason, we have been working on compiling a comprehensive database of heat flow, thermal conductivity, and geothermal gradient. In 2004, Geological Survey of Japan published a digital geoscience map entitled "Geothermal Gradient and Heat Flow Data in and around Japan", which contains heat flow data in the northwestern Pacific area (from 0 to 60°N and from 120 to 160°E) and geothermal gradient data in and around Japan. In 2019, we will be releasing database entitled "Thermal Data Collection in and around Japan", which contains continuously updated of geothermal gradient and heat flow data and adds thermal conductivity data in and around Japan. Thermal conductivity data were compiled from published data and site-specific reports, and measured using the archived cores. This database offers considerable improvements over the previous version released in 2004, and will be published and available at https://www.gsj.jp/en/database/db-portal/index.html. It presents an opportunity to revisit the thermal state of the lithosphere along with other geophysical/geochemical constraints on heat flow extrapolation.

キーワード：地殻熱流量、熱伝導率、地温勾配
Keywords: heat flow, thermal conductivity, geothermal gradient

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本列島地殻由来の地殻ニュートリノフラックス推定への地球化学データベース利用

The estimation of the neutrino flux from the crust of the Japanese islands using the geochemical database

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、岩森 光[1,2,3]
*Satoru Haraguchi[1], Kenta Ueki[1], Hikaru Iwamori[1,2,3]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 東京工業大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 3. Tokyo Institute of Technology

地球深部の構造を直接に示すものとして、「地球深部由来のニュートリノ」が注目されている。地球深部由来のニュートリノを観測する施設として、神岡に設置されている反ニュートリノ検出装置「KamLAND」が稼働しているが、ニュートリノの起源となる放射性物質は、地殻に圧倒的な量が分布しているため、地球深部のU, Th量を推定するためには、ニュートリノフラックスの多くを担う地殻由来フラックスを厳密に区分する必要がある。現時点では、地殻由来ニュートリノは、組成、空間分布ともに単純な地殻化学組成モデルを基に構築されているが、実際の日本列島地殻構成岩石の放射性元素は非常に幅広い組成幅を持ち、複雑に分布している。このため、地球深部由来ニュートリノのより精密な測定には、地殻内の放射性元素分布をより精密に区分する必要があり、地殻内元素分布モデルを構築するための高精度の位置情報を有する岩石地球化学データベースが必要となる。

一方、日本列島の地殻がどのような岩石で構成され、いかなる化学組成をもつかは、地震活動、火山活動や地殻変動を理解する上で基礎的情報であるにも関わらず、地質図にあらわされる以上に系統的な解析（例えば統計解析）はほとんど行われていない。日本列島地殻の化学組成の空間的なバリエーションの解析は、日本列島の進化履歴や、沈み込み帯における化学進化を考える上でも重要である。我々は、日本国内出版文献に掲載されている地球化学データのコンパイルを行うデータベース「DODAI」を地質学雑誌に報告した。本発表では、本データベースを用いた「日本列島の地殻化学構造の解析」の「ニュートリノ地球化学」への貢献について報告したい。日本列島全域をカバーし、高精度の位置情報を有する岩石地球化学データベースである「DODAI」は、データ解析、モデリングに有用である。高精度の位置情報を有する地球化学データベースは地球の化学構造のモデリングに有用であり、本報告では、DODAIデータベースと地球ニュートリノを用いた地球の化学研究のポテンシャルを議論したい。

キーワード：ニュートリノ、地球化学データベース、地殻とマントルの地球化学的構造
Keywords: neutrino, geochemical database, geochemical structure of crust and mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Viscosity of potassium titanosilicate melt at high pressure

*鈴木 昭夫[1]
*Akio Suzuki[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻
1. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University

Viscosity of silicate melt is a fundamental property, which controls volcanic processes, including rates of melt extraction, ascent, and magma mixing. Titanium oxide is contained less than 10 wt% in terrestrial magmatic liquids, however, some lunar magmas contains it over 10 wt%. The addition of titanium to silicate melt affects on the properties such as viscosity, density, and compressibility. Especially the pressure dependence of viscosity is of great interest, because magma is generated in the planetary interiors. The aim of this study is to measure the viscosity of K2TiSi4O11 melt at high pressures to estimate the influence of the pressure-induced structural change of melt.
We performed in situ falling sphere viscometry in the pressure range from 1.3 to 7.4 GPa, by using the MAX-III high pressure apparatus at BL14C2 and NE7A beamlines at Photon Factory in KEK, Tsukuba, Japan. A falling platinum sphere in the melt was monitored by using an X-ray CCD camera with a YAG:Ce fluorescence screen. We observed that the viscosity of KTS4 melt decreased up to 3.3 GPa. In contrast, the pressure dependence in viscosity was not observed above 3.3 GPa. Based on XANES spectra of K2TiSi4O11 glasses quenched under high pressure, Paris et al. (1994) showed that the coordination number of titanium increased with increasing pressure. The present study suggests that the melt becomes depolymerized by the coordination change of titanium under high pressure.

キーワード：マグマ、粘度、高圧力
Keywords: magma, viscosity, high pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lattice thermal conductivity of wadsleyite and ringwoodite at the mantle transition zone pressures

*木村 清二[1]、太田 健二[6]、川添 貴章[2]、廣瀬 敬[3]、鍵 裕之[4]、八木 貴志[5]
*seiji kimura[1], Kenji Ohta[6], Takaaki Kawazoe[2], Kei Hirose[3], Hiroyuki Kagi[4], Takashi Yagi[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3. 東京工業大学大学　地球生命研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設 、5. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、6. 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences Tokyo Institute of Technology, 2. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 3. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 4. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, University of Tokyo, 5. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 6. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

The lattice thermal conductivities of wadsleyite (Wd) and ringwoodite (Rw), which predominantly occupy the Earth's mantle transition zone, are important transport properties to understand the dynamics and thermal structure of the mantle. In particular, the temperature in the subducting slab is mainly controlled by the thermal conduction of Wd and Rw. Wd and Rw are both thought to preserve a large amount of hydrogen ions, thus should play an important role as the main water reservoir in the Earth. Furthermore, it has been reported that the hydration affects the physical properties of minerals including thermal conductivity, and it is necessary to measure the lattice thermal conductivity of Wd and Rw considering their water content. However, so far, the reported lattice thermal conductivities of Wd and Rw has not been considered their water content (Xu et al., 2004). Here we measured the room temperature lattice thermal conductivity of $(Mg_{0.89}Fe_{0.11})_2SiO_4$ Wd and $(Mg_{0.91}Fe_{0.09})_2SiO_4$ Rw up to 27 GPa, respectively, to clarify their hydration dependence using the pulsed light heating thermoreflectance technique in a diamond anvil cell.The obtained results show similar pressure dependence of the lattice thermal conductivity to the previous study (Xu et al., 2004). However, the absolute values of the thermal conductivity are different; the lattice conductivities of hydrous Wd and Rd are ~52% and ~40% lower than the results of Xu et al. (2004), respectively. Our results suggest strong water content dependence of lattice thermal conductivities of Wd and Rw, implying that the water content in the mantle minerals is key factor for calculating the thermal structure in a subducting slab, mantle dynamics.

キーワード：ウォズレアイト、リングウッダイト、マントル遷移層、含水鉱物、熱伝導率
Keywords: wadsleyite, ringwoodite, mantle transition zone, hydrous minerals, thermal conductivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In-situ X-ray observations of the olivine-spinel transformation under shear deformation: preliminary results on the reaction-induced weakening

*久保 友明[1]、森山 一哉[1]、森 悠一郎[1]、今村 公裕[1]、小泉 早苗[2]、西原 遊[3]、鈴木 昭夫[4]、肥後 祐司[5]
*Tomoaki Kubo[1], Moriyama Kazuya[1], Yuichiro Mori[1], Masahiro Imamura[1], Sanae Koizumi[2], Yu Nishihara[3], Akio Suzuki[4], Yuji Higo[5]

1. 九州大学、2. 東大地震研、3. 愛媛大学GRC、4. 東北大学、5. JASRI
1. Kyushu Univ., 2. ERI, 3. GRC Ehime Univ., 4. Tohoku Univ., 5. JASRI

It has been suggested that high-pressure transformations cause rheological weakening and large deformation of subducting slabs in mantle transition zone (MTZ) . However, there have been few direct experimental evidences so far largely because of the difficulties in quantitative deformation experiments under such conitions. Here we report preliminary results on the olivine-spinel transformation experiments under shear deformation upto MTZ pressures. D-111 (DT-cup) type high-pressure deformation apparatus was newly used for this purpose combined with high-energy synchrotron mono X-rays (50-60 keV) at Photon Factory (PFAR NE7 beamline), which enables in-situ observations of interactions between transformation and creep behaviors. Sintered Mg_2SiO_4 forsterite was first deformed at 15-25 GPa at 600˚C in shear, and subsequently heated to higher temperatures (~0.2˚C/s) to cause the olivine-spinel transformation under shear deformation. The transformation started at much lower temperatures under shear deformation (~900-1100˚C depending on the overpressure from the phase boundary) compared to that without deformation (~1400˚C), suggesting that the shear deformation enhances the olivine-spinel transition rate. The shear strain rate in the sample monitored by X-ray radiography was ~3-4 x 10^{-6} (s^{-1}) at 600˚C, and increased up to ~2-3 x 10^{-4} (s^{-1}) with ramping temperatures even keeping the anvil displacement rate constant (200 micron/h). We observed that the shear weakening does not occur at the same temperature, but reflects on the initiation of the olivine transition. Also, the weakening effects become significant at larger overpressures (and low T). This implies that the weakening of the shear zone induced by the grain-size reduction due to the olivine-spinel transition, however further evidences from microstructural observations are necessary. We plan to install 8-ch acoustic emission measurement system attached with D-111 apparatus to capture the transformation-induced shear instabitiy. Results of D-DIA shear deformation study on the olivine-spinel transition in Fe_2SiO_4 will also be presented and compared with those of the D-111 study in Mg_2SiO_4 .

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Internally resistive heated diamond anvil cell experiments with metal encapsulated minerals

*山本 倫也[1]、太田 健二[1]、末広 翔[1]、井上 勇人[1]
*YAMAMOTO TOMONARI[1], Kenji Ohta[1], Sho Suehiro[1], Hayato Inoue[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Heating technique is crucial for *in-situ* high pressure-temperature (*P-T*) studies into the physical and chemical properties of minerals in the diamond anvil cell (DAC) under deep Earth’s conditions. External resistive heating methods that use resistive heaters such as AlChrom-O wire and graphite surrounding the DAC or just the diamonds (Dubrovinskaia and Dubrovinsky, 2003; Du et al., 2013). This approach creates a homogeneous temperature field in the sample chamber but limits the maximum temperature of about 1200℃ due to graphitization of diamond anvils. Double-sided laser heating with a DAC generates the *P-T* conditions corresponding to the center of the Earth’s (Tateno et al., 2010). However, tightly focused laser beams, instabilities in output laser power and misalignment of the focused beams on the sample surface result in significant temperature variation within the sample in the DAC. Internally resistive heated DAC is an effective heating method to overcome the temperature limitation of external heated DAC and the significant temperature gradients experienced in conventional laser-heated DAC (e.g., Zha and Bassett, 2003). However, the internally resistive heated DAC is mostly applied to metal sample to study the properties of the planetary metallic core despite this technique could be applicable to an insulating mineral.

In this study, we modified the internally resistive heated DAC technique for nonmetallic material. We developed a microfabrication technique for total metal encapsulation of the nonmetallic sample. The sample encapsulated by platinum was loaded in DAC with thermal insulator and connected with two electrical leads to make electrical circuit for resistive heating. We confirmed very stable and homogeneous heating for insulating sample at 30 GPa to 2450 K in the modified internally resistive heated DAC. The highest temperature which this method can generate depends on the metal heater encapsulating the sample. This method offers a larger heating volume with more stable and uniform temperature than laser heating and at temperatures much greater than those that can be generated by external resistive heating methods.

References

Dubrovinskaia, N., & Dubrovinsky, L. (2003). Whole-cell heater for the diamond anvil cell. *Review of Scientific Instruments*, *74*(7), 3433-3437.

Du, Z., Miyagi, L., Amulele, G., & Lee, K. K. (2013). Efficient graphite ring heater suitable for diamond-anvil cells to 1300 K. *Review of Scientific Instruments*, *84*(2), 024502.

Tateno, S., Hirose, K., Ohishi, Y., & Tatsumi, Y. (2010). The structure of iron in Earth’s inner core. *Science*, *330*(6002), 359-361.

Zha, C. S., & Bassett, W. A. (2003). Internal resistive heating in diamond anvil cell for in situ X-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

diffraction and Raman scattering. *Review of scientific instruments*, *74*(3), 1255-1262.

キーワード：内部抵抗加熱式ダイアモンドアンビルセル、高温高圧実験
Keywords: Internally resistive heated diamond anvil cell, high pressure-temperature experiments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Shear deformation on post-spinel

*山崎 大輔[1]、辻野 典秀[1]、西原 遊[2]
*Daisuke Yamazaki[1], Noriyoshi Tsujino[1], Yu Nishihara[2]

1. 岡山大学惑星物質研究所、2. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, 2. GRC, Ehime University

Earth’ s lower mantle is mainly composed of ferro-periclase and bridgmanite. The viscosity of ferro-periclase is considered to be 2-3 orders of magnitude lower than that of bridgmanite. Such large discrepancy in viscosity may cause the significant effect of microstructure of the aggregate of bridgmanite and ferro-periclase on bulk viscosity. For example, bulk viscosity is low when the interconnected weak layer structure is formed, whereas bulk viscosity is as high as the viscosity of bridgmanite when the load bearing framework structure is formed [1].

Microstructural evolution from the load bearing framework structure to the interconnected weak layer structure in post-spinel phase (mixture of bridgmanite and ferro-periclase) during deformation was previously reported based on the rotational Drickamer apparatus [2]. This results suggests the important viscosity reduction during deformation in the lower mantle. We therefore considered that more detailed and precise experiments are necessary to discuss the lower mantle rheology quantitatively.

Deformation experiments under the lower mantle conditions can be conducted by using D111-type deformation Kawai-type high pressure apparatus. This apparatus was previously installed at UCL followed by PF-AR and Misasa. In this study, we use these apparatus for the deformation on post-spinel phase.

Starting material for deformation experiment was well-sintered aggregate of bridgmanite and ferro-periclase synthesized at 24 GPa and 1873 K. For the simple shear deformation, we used 45 degree cut design. In in-situ X-ray experiments at PF-AR, we used tapered and coned anvils for X-ray paths. On the other hand, in “quench” experiments at Misasa, we used a simple cubic anvils (TEL=2.0 mm). All deformation experiments were performed with constant D-rams displacement rate.
We deformed sample up to shear strain of ~0.8 with the 0.4 mm displacements of D-rams. SEM observation on the recovered sample by SEM shows that there is no significant evolution in microstructure, indicating that viscosity reduction is not expected with shear deformation to gamma~1. [1] D. Yamazaki, S. Karato: Am. Mineral., **86**, 385 (2001). [2] J. Girard et al.: Science, **351**, 144 (2016).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lattice thermal conductivity of $CaSiO_3$ perovskite at high pressures and high temperatures

*恩賀 皓太郎[1]、太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰夫[5]
*Kotaro Onga[1], Kenji Ohta[1], Akira Hasegawa[1,2], Takashi Yagi[2], Kei Hirose[3,4], Yasuo Ohishi[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 産業技術総合研究所、3. 東京工業大学地球生命研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5. 高輝度光科学研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 4. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 5. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

Laboratory measurements of thermal conductivity of deep Earth materials provide important information on the dynamics and thermal evolution of the mantle and the core. $CaSiO_3$ perovskite (CaPv) is a constituent of pyrolitic lower mantle and of the subducting oceanic crust at depth greater than 560 km. In recent years, there are many reports of the laboratory-based lower mantle thermal conductivity profiles, but the thermal conductivity of CaPv has never been measured and included in the models [1,2,3,4,5] . CaPv is an unquenchable high-pressure phase at ambient conditions, and temperature-induced structure change from tetragonal to cubic occurs at around 500 K [6]. Therefore, *in-situ* high pressure and temperature X-ray diffraction (XRD) and thermal conductivity measurements are required to determine the thermal conductivity of CaPv in the Earth’s deep interior.
In this study, we determined the thermal conductivity of CaPv at about 50 GPa and high temperature to 1950 K by a combination of synchrotron XRD measurements and the pulsed light heating thermoreflectance technique. Based on our experimental results, we consider the effect of the presence of CaPv on the thermal conductivity of the pyrolitic lower mantle and the subducting oceanic crust.

Reference: [1] Manthilake, G. et al., *Proc National Acad Sci.* **108,** 17901–17904 (2011). [2] Ohta, K. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **349,**109–115 (2012). [3] Ohta, K. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **465,** 29–37 (2017). [4] Okuda, Y. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **474,** 25–31 (2017). [5] Hsieh, W.-P. et al., J. Geophys. Res. Solid Earth 122, 4900-4917 (2017). [6] Komabayashi, T. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **260,** 564–569 (2007).

キーワード：カルシウムペロフスカイト、熱伝導率、下部マントル
Keywords: CaPv, thermal conductivity, lower mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Polycrystalline diamond sintered from ultradispersed nanodiamonds

*西 真之[1,2]、山本 幸一郎[1]、周 佑黙[1]、入舩 徹男[2,1]
*Masayuki Nishi[1,2], Koichiro Yamamoto[1], Youmo Zhou[1], Tetsuo Irifune[2,1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 東京工業大学地球生命研究所
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

NPD is a binder-less nanodiamond aggregate (~50 nm) synthesized by direct conversion of graphite under high pressure and temperature [1]. Although NPD has extremely high hardness exceeding that of single-crystalline diamond, it is difficult to obtain the large size of the NPD above 1 cm^3, because extreme high pressure conditions are required. Here we show nanodiamond polyclystalline sintered from ultradispersive nanodiamond under relatively moderate pressure and temperature conditions.

We used a multi-anvil apparatus to sinter the nanodiamonds at 8-15 GPa and 1600-2300˚C, where the diamond is thermodynamically stabilized. The starting materials were enclosed in metal capsules. The microstructures and chemical compositions of the recovered samples were examined using a field-emission scanning electron microscope with energy-dispersive X-ray spectroscopy. Well-sintered polycrystalline were subjected to the Knoop indentation test to evaluate its hardness.

We succeeded in recovering the well-sintered polycrystalline diamonds with grain size of ~10-30 nm in some runs (Figure 1). Full width at half maximum of XRD peaks decreased with increasing temperature due to the grain growth of diamond particles. The color, hardness, and grain size of the sintered polycrystalline changed depending on the capsule materials as well as the pressure and temperature conditions. These features might be affected by the porosity, the grain size, and the impurities. Further studies are required to synthesize the polycrystalline with high hardness comparable to NPD.

References: [1] T. Irifune, A. Kurio, S. Sakamoto, T. Inoue, H. Sumiya., *Nature*, **421**, 599 (2003).

キーワード：multianvil apparatus、nanodiamond、NPD
Keywords: multianvil apparatus, nanodiamond, NPD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Thermal conductivity measurements on iron and MgO periclase at high pressure and high temperature similar to the Earth’s mid-lower mantle conditions

*長谷川 暉[1,2]、太田 健二[2]、八木 貴志[1]、廣瀬 敬[3,4]
*Akira Hasegawa[1,2], Kenji Ohta[2], Takashi Yagi[1], Kei Hirose[3,4]

1. 産業技術総合研究所、2. 東京工業大学、3. 東京工業大学地球生命研究所、4. 東京大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Tokyo Institude of Technology, 3. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institude of Technology, 4. The University of Tokyo

The thermal transport properties of the Earth’s constituents are important information to constrain the thermal evolution and the heat budget of the Earth. In particular, the thermal conductivity of the core, the largest heat source of the Earth, and the lower mantle, occupying more than half the volume of the whole Earth, are indispensable.

In recent years, thermal conductivity measurement on the sample inside the diamond anvil cell has been carried out utilizing the thermoreflectance phenomenon, the reflectance of metal changes slightly due to the temperature perturbation of several kelvin (e.g. Hsieh et al., 2009 Phys Rev B; Yagi et al., 2011 Meas Sci Technol). However, the reported temperature condition is far from that in Earth’s interior.

In this study, we combined the pulsed light heating thermoreflectance method with high power CW laser heating to obtain the thermal conductivity of material *in-situ* at high pressures and temperatures. As a result of test measurement for Pt, we obtained thermal conductivities of Pt up to 60 GPa and 2000 K, which is in good agreement with the measured values using flash heating method in a laser heated diamond anvil cell (McWilliams et al., 2015 Phys Earth Planet In).

The thermal conductivities of iron and MgO periclase were measured up to 60 GPa and 1700 K with this developed system. We found that the obtained thermal conductivities of iron and MgO have negative temperature dependence, and are consistent with the literatures (Fe: Konôpková et al., 2016 Nature; Ohta et al., 2016 Nature, MgO; Manthilake et al., 2011 Proc National Acad Sci; Dekura and Tsuchiya, 2017 Phys Rev B). The newly developed system here would be a powerful tool to examine the thermal conductivity of Earth’s deep interior.

キーワード：熱伝導率、レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセル、パルス光加熱サーモリフレクタンス法、下部マントル、コア
Keywords: thermal conductivity, laser heated diamond anvil cell, pulsed light heating thermoreflectance method, lower mantle, core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Azimuthal anisotropy in the lowermost mantle beneath Philippine from ScS-S times

*田中 聡[1]
*Satoru Tanaka[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Introduction: Seismic anisotropy in the lowermost mantle has been detected by splitting of diffracted S and ScS phases, the discrepancy of shear wave splitting of SKS and SKKS, to date. In many cases, the propagation direction of such seismic waves is restricted due to the combination of sources and receivers. Thus, the azimuthal anisotropy using ray paths passing in multi-directions has been rarely discussed. Now, seismic networks and large-scale seismic arrays have been increasing especially in the eastern Asia where there are also many earthquakes. It is a good opportunity to examine an azimuthal variation of travel times passing through the outside of the Pacific Large Low Shear Velocity Province, where the existence of anisotropy in the lowermost mantle is expected.

Data and Method: I used the seismograms of earthquakes occurred in Mariana, east China, Indonesia, and Vanuatu that are record with the seismic stations belonging to IRIS GSN and PASSCAL, Thai Metrological Department, F-net, JISNET, NECESSArray. This geometry gives a good condition that the mid-points of seismic ray paths are located near Philippine with various azimuths.I measured ScS–S differential travel times using a waveform cross-correlation method, which can effectively cancel the heterogeneity in the crust and upper mantle and the uncertainty of hypocenters. The differential travel times are compared with theoretical travel times by PREM with correction of physical dispersion due to anelasticity for the typical period of 10 s, that for ellipticity of the Earth, finally I obtained about 500 residuals. Even though I used the differential travel times, the ScS–S residuals show the large scattering and the correlation with the residuals of S travel times are much larger than that of ScS phases. This means that the raw ScS–S residuals are affected by heterogeneity in the upper part of the lower mantle where only S waves are propagated. Thus, we applied the further corrections using 3D mantle heterogeneity models.

Results and Discussion: We used S-wave 3D models of S16U6L8, S4BL16, S40RTS, SEMUCB-WM, and a P-wave 3D model of GAP-P4 with conversion rate dlnVs/dlnVp=1.7. I found that the scatter of the ScS–S residuals are much improved and that the correlation coefficient between the residuals of ScS–S and ScS are increased and that between ScS–S and S are much reduced when the GAP-P4 model are used for the correction, probably due to its high spatial resolution in the upper lower mantle. As a result, only the ScS–S residuals corrected with the modified GAP-P4 can be used to infer seismic anisotropy in the lowermost mantle.

Then I fitted cos 2qand cos 4qcurves with least square to obtain the characteristics of the azimuthal variation of the ScS–S residuals, clearly indicating that cos 2qcomponent is significant with the fastest direction (the minimum ScS–S) is along ESE-WNW (N110˚E). This can be explained if [100] axis of post-perovskite is oriented vertically and the direction of [001] axis is ESE-WNW for the incident angle of 45˚. The S-wave fastest direction is nearly parallel to the plate motion directions of the Philippine Sea plate and Sunda block. The amplitude of the azimuthal variation in the ScS–S residual is ±1.1 s, which corresponds to 1.7 % anisotropy if we assume the D” thickness of 300 km based on the previous studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

on the D” discontinuity.

キーワード：マントル最下部、地震波異方性
Keywords: lowermost mantle, seismic anisotropy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detailed 3-D S-velocity structure within D" at the western Pacific LLSVP margin: smaller scale plumes and paleoslabs

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1]、田中 聡[2]、Weerachai Siripuvaraporn[3]、Songkhun Boonchaisuku[3]、Noisagool Sutthipong[3]、石原 靖[2]、Taweoon Kim、宮川 幸治[4]、竹内 希[4]
*Yuki Suzuki[1], Kenji Kawai[1], Robert J. Geller[1], Satoru Tanaka[2], Weerachai Siripuvaraporn[3], Songkhun Boonchaisuku[3], Noisagool Sutthipong[3], Yasushi Ishihara[2], Taweoon Kim, Koji MIYAKAWA[4], Nozomu Takeuchi[4]

1. 東京大学、2. 海洋研究開発機構、3. Mahidol University、4. 東京大学地震研究所
1. The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Mahidol University, 4. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Global tomographic models of shear velocity have shown two large-scale low shear velocity provinces (LLSVPs) in D″ beneath the Pacific and Africa. It has been controversial whether these LLSVPs are due to thermal effects, chemical effects, or their combination. The nature and origin of the LLSVPs are of fundamental importance since each of the proposed geodynamical scenarios carries different implications for the thermal, chemical and dynamical evolution of the Earth. Previous seismological studies based on travel-time analysis or forward modeling inferred a sharp-sided velocity contrast of the Pacific LLSVP beneath the western Pacific and suggested that the LLSVP is chemically distinct, although the suggested structures of the western edge of the Pacific LLSVP different from each other. To better understand the origin of LLSVPs, it is essential to infer the detailed three-dimensional (3-D) velocity structure within LLSVP beneath the western Pacific. We recently deployed a seismic array stations in Thailand (Thai Seismic Array—TSAR). We assemble waveforms recorded by TSAR as well as other networks such as TM, AU, MM, and MY, allowing us to sample a wider region than previous studies. We conducted waveform inversion using ~5,300 transverse component records of this dataset for the detailed 3-D shear velocity structure in the lowermost 400 km of the mantle beneath the western Pacific. The inferred model shows a low-velocity anomaly immediately above the core-mantle boundary (CMB) and high-velocity anomalies extending vertically from 400 km to the CMB. Taken into account the previous geodynamical simulation studies, the size of the inferred low velocity anomaly suggests a thermal plume rather than a chemical anomaly. The location of the high velocity anomaly in D″ is consistent with the paleo-Izanagi plate subduction boundary about 200 Ma. This implies that a cold paleo-slab produces the strong lateral velocity contrast at the western edge of the western Pacific LLSVP. Hence, we conclude that the western margin of the Pacific LLSVP and its sharp velocity boundary can be explained mainly by thermal effects, and this implies that the lowermost mantle would be well-mixed and the Pacific LLSVP would not be geochemical reservoir.

キーワード：D" region、Pacific LLSVP、Waveform Inversion、Thai Seismic Array (TSAR)
Keywords: D" region, Pacific LLSVP, Waveform Inversion, Thai Seismic Array (TSAR)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possible interaction between the core and mantle inferred from a core surface flow model

*松島 政貴[1]
*Masaki Matsushima[1]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology

Fluid flow in the Earth's liquid outer core is responsible for the dynamo action by which the geomagnetic field is generated and maintained. The fluid flow can be estimated from geomagnetic field data, such as spatial distribution of geomagnetic field and its temporal change referred to as secular variations. This implies that spatial and temporal variations of fluid flow in the core provide information on any interaction between the core and mantle. To investigate possible core-mantle interaction, a core surface flow model is obtained from a geomagnetic field model, COV-OBS.x1 (Gillet et al., 2015) using the method of Matsushima (2015). That is, inside a viscous boundary layer at the core-mantle boundary (CMB), magnetic diffusion is assumed to significantly contribute to temporal change of geomagnetic field, and the radial dependence of core flow is expressed in terms of a spiral similar to the Ekman spiral. Below the boundary layer, magnetic diffusion is neglected as in the frozen-flux approximation, and the tangentially magnetostrophic constraint is imposed on the flow.

Any inhomogeneous structure, such as temperature or heat flux, at the CMB is likely to have a strong effect on the core flow. The inhomogeneity successively influences the flow pattern. Therefore, average of fluid flow is expected to show possible core-mantle interaction. Hence, fluid flows inside and below the boundary layer are averaged over the time from 1840 to 2015 covered by the COV-OBS.x1 model. However, mean amplitudes of upwelling and downwelling flows as well as mean horizontal flows are found to be smaller than those at respective times. This result suggests that possible thermal heterogeneity due to the lowermost mantle structure has little effect on the core surface flow; that is, compositional convection is dominant in the Earth's outer core. It should be noted, however, that there is a noticeable upwelling flow corresponding to a counterclockwise vortex beneath the south of Africa, and that the location is just outside the tangent cylinder, an imaginary cylinder parallel to the rotational axis and attached to the equator of the inner core. This may indicate that the vortex corresponds to an edge of columnar convective motion, although the other edge in the northern hemisphere is unclear.

キーワード：核ーマントル相互作用、コア表面流
Keywords: core-mantle interaction, core surface flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高温高圧条件下での金属-ケイ酸塩メルト間の希ガス分配係数の実験的決定

Determination of the noble gas partition coefficients between metal-silicate melts under high-pressure and high-temperature conditions

*田中 友崇[1]、桑原 秀治[2]、貴志 智[1]、野村 龍一[3]、三部 賢治[5]、鍵 裕之[4]、舘野 繁彦[6]、角野 浩史[1]
*Tomotaka Tanaka[1], Hideharu Kuwahara[2], Satoshi Kishi[1], Ryuichi Nomura[3], Kenji Mibe[5], Hiroyuki Kagi[4], Shigehiko Tateno[6], Hirochika Sumino[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系、2. 愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター、3. 京都大学、4. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、5. 東京大学地震研究所、6. 東京工業大学地球生命研究所
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo , 2. Geodynamics Research Center, Ehime University, 3. Kyoto University, 4. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, University of Tokyo, 5. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 6. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

Analyses of ocean island basalts reveal a geochemical reservoir characterized by unradiogenic, “primordial” noble gas signatures (e.g., high $^{3}He/^{4}He$ and low $^{40}Ar/^{36}Ar$ ratios), likely residing in the deep mantle. There has been much debate about the area holding the “primordial” noble gases deep in the Earth (Porcelli & Ballentine, 2002), including that the “primordial” noble gasses have been retained in the deepest region of the mantle since 4.4 Ga (Mukhopadhyay, 2012), or in the core since the core-mantle separation (Trieloff & Kunz, 2005; Bouhifd et al., 2013). However, the validity of latter strongly depends on the quantity of noble gases the core incorporates during accretion and can hold in the present day.
In order to investigate noble gas partitioning behavior between the core and mantle, noble gases were dissolved into metal-silicate melts under high temperature and pressure conditions, and then the samples were quenched, recovered, and analyzed for noble gas concentrations. Sample synthesis was performed at the Geodynamics Research Center, Ehime University. Noble-gas doped silicate glass and iron were melted and equilibrated under high pressure and temperature (3-6 GPa, 1700 and 1800 ˚C) using a multianvil apparatus. The sample capsule was cut and the polished surface of the section was investigated with scanning electron microscope and Raman spectroscopy. The chemical compositions of silicate and metal phases were determined with electron microprobe. And then, the noble gases in the silicate phase were extracted by an ultraviolet laser ablation apparatus and analyzed using a noble gas mass spectrometer at the University of Tokyo.
From the Raman spectra, it was found that crystallization (clinopyroxene) had occurred in samples synthesized at pressures of 6 GPa or higher, indicating that the sample quenching was not enough rapid. There is a possibility that noble gas may not be contained much in the crystallized part because a previous study showed that noble gas content in pyroxene crystal is smaller than those in glass (melt) by about 10^{-4} (Heber *et al.*, 2007). The noble gas concentrations in silicate glass phase are fairly homogeneous, even where a crack is formed during quenching. In future we will measure the noble gases in the iron part and determine the partition coefficient of the noble gases.

References: Bouhifd et al, *Nature Geoscience*. **6**, 982-986, 2013; Mukhopadhyay, *Nature* **486**, 101-104,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2012; Porcelli & Ballentine, *Rev. Mineral. Geochem.* **47**, 411-480, 2002; Trieloff & Kunz, *Phys. Earth Planet. Inter.* **148**, 13-38, 2005; Herber *et al*, *Geochim. Cosmochim. Acta*. **71**, 1041-1061, 2007

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Measurement of T-dependent electrical resistivity of solid and liquid Fe and Pt at fixed P

*Innocent Ezenwa[1], Takashi Yoshino[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University

Knowledge of the thermal and electrical conductivity of solid and liquid Fe and its relevant alloys at P and T conditions is essential for understanding the cooling history of planetary cores and modelling their dynamo. The general understanding of the electrical transport properties of the transition metals at lower P will perhaps give insight in understanding Fe behavior at the inaccessible planetary core conditions. Theoretical investigation has suggested that the electrical and thermal conductivity of solid and liquid Fe at Earth’ s core conditions are similar in value (Wagle and Steinle-Neumann, (2017). At ambient T, experimental investigation showed that hcp ε -phase of Fe becomes paramagnetic at ~18GPa while Pt is paramagnetic and crystalize fcc at ambient conditions. Since Fe and Pt have an unfilled *d*-band electronic structure and at high P both exhibits closed packed crystal structures, experimental determination of the transport properties of molten Pt at lower P conditions is important for understanding the behavior of molten Fe preceding ε -phase at ~80 GPa. We develop a technique and cell design for the investigation of the electrical resistivity of metals that keeps it free from contamination using multianvil press. And, we report measurements on Fe and Pt. The sample was kept pure by making the electrodes and the sample the same composition while the thermocouple (TC) is placed close to the sample and taking through the gasket. The major challenge of TC breakage during compression and/or heating was overcome by shielding the TC with a cylindrical hollow coiling ring made of the same composition as the TC leads. The use of current polarity reversal to eliminate biased voltage as deployed in previous studies was adopted. On Fe and Pt, resistivity increases and decreases with T and P respectively, was observed. On melting, Fe result at 3 GPa agrees with very recent data by Silber et al. (2018) which showed an increasing difference in the resistivity value of solid and liquid with increasing P. While, Pt resistivity at 3 GPa appears constant comparable to its 1 atm value.

Keywords: Electrical resistivity, Thermal Conductivity, Iron Fe

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ancient, highly depleted mantle constrained by Re-Os isotope and highly-siderophile element compositions of French Polynesian xenoliths

*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、鈴木 勝彦[3]、小木曽 哲[4]
*Norikatsu Akizawa[1], Akira Ishikawa[2], Katsuhiko Suzuki[3], Tetsu Kogiso[4]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京工業大学　理学院地球惑星科学系、3. JAMSTEC　海底資源研究開発センター、4. 京都大学　大学院人間・環境学研究科
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 3. Research and Development Center for Submarine Resources, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 4. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

Mantle xenoliths, which are fragmented mantle material trapped by ascending magma, can provide lithological and geochemical information of the inaccessible mantle. In order to better understand the lithological and geochemical characteristics of the mantle, we conducted extensive sampling of mantle xenoliths throughout French Polynesia archipelago: Tahiti, Moorea, and Rurutu islands. We collected a total of 42 mantle xenoliths: 1 lherzolite, 14 harzburgites, 22 dunites, 3 wehrlites, and 2 orthopyroxenites. Here, we present whole-rock rhenium-osmium isotope and highly-siderophile element (Os, Ir, Ru, Pt, Pd, and Re) compositions in addition to whole-rock major-element compositions. Osmium isotope ratio ($^{187}Os/^{188}Os$) of the mantle xenoliths ranges from 0.1172 to 0.1464, where the harzburgites show a statistical bimodal distribution with unradiogenic ($^{187}Os/^{188}Os < 0.125$) and radiogenic ($^{187}Os/^{188}Os > 0.125$) compositions. The harzburgites with unradiogenic $^{187}Os/^{188}Os$ are depleted with regards to whole-rock major-element compositions (< 1.22 wt% Al_2O_3), and chondrite-normalized patterns of highly-siderophile elements. Considering the lithological variation of the mantle xenoliths used herein, the mantle is considerably heterogeneous beneath French Polynesia archipelago. In particular, the contrasting isotopic compositions of the harzburgites suggest different mantle reservoirs with unradiogenic and radiogenic $^{187}Os/^{188}Os$ compositions. We propose a possibility that the harzburgites with unradiogenic $^{187}Os/^{188}Os$ are impinged mantle material beneath normal oceanic lithosphere due probably to ascending plumes.

キーワード：ハルツバーガイト、ダナイト、白金族元素、TIMS、ICP-MS、全岩化学組成
Keywords: Harzburgite, Dunite, PGE, TIMS, ICP-MS, Whole-rock chemical composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

First-principles prediction of hydrogen partitioning between the core and mantle

*大場 篤朗[1]、土屋 卓久[1]
*Atsuroh Ohba[1], Taku Tsuchiya[1]

1. 愛媛大学 地球深部ダイナミクス研究センター
1. Ehime University Geodynamics Research Center

Some recent studies have reported high-P,T hydrous minerals which are stable at the core mantle boundary (CMB) pressure (Sano et al., 2008; Ohhira et al., 2016; Nishi et al., 2017). In order to elucidate the water circulation in the Earth's interior, experiments on the reaction between iron and hydrous minerals or water were also conducted (Iizuka-Oku et al., 2016; Mao et al., 2018; Clesi et al., 2018). However, the partition of hydrogen reported is different in different studies. In this study, we try estimating hydrogen partitioning between molten silicate and liquid iron under the CMB conditions based on the first principles calculation method combined with thermodynamic integration similar to our previous study (Xiong et al., 2018). Here, we assume following the exchange reaction of water between liquid iron and molten silicate is expressed as follows
(16MgSiO3+H2O) + 50Fe ⇔16MgSiO3 + (50Fe+H2O)
as a first example with ensuring the charge neutrality. Here, reaction free energy is calculated by the thermodynamic integration molecular dynamics method (Taniuchi & Tsuchiya, 2018). In the moment, simulations suggest that water prefer liquid iron. Now, additional computations are ongoing for improving numerical accuracy. The mechanism dissolving water into liquid iron is also investigated.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Microvolume stable isotope measuremetns and its applicaiton for high-pressure high-temperature experimental run products

*Madhusoodhan Satish-Kumar[1], Shinnosuke Aoyama[1]

1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University

Light elements are very important in deep earth processes. Its composition in the lower mantle and core is still not well constrained. Stable isotope composition can be effectively used as an independent proxy. Although isotope fractionation in the deep earth occur in a narrow range, the volume of light element content in the mantle and core are extremely high, which can effectively cause significant natural isotopic compositional variations. It is necessary to accurately measure the isotope composition accurately in micro to nanomole scales, because the high-pressure experimental run products are small in volume. Recent studies have predicted the presence of isotope fractionation even at lower mantle and core *P-T* conditions, especially in magma ocean environment and during the core segregation. Despite the necessity of the micro-volume stable isotope measurement, there is always a tradeoff between the accuracy and the sample size.

At Niigata University, a MAT-253 mass spectrometer (Thermo Fisher Scientific) was installed through the MEXT Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas. Carbon and oxygen isotopic compositions are measured using $CO_2$and multiple sulfur isotopic composition are measured using SF_6gas. A new micro-volume inlet system was installed and fundamental parameters such as pressure effect and capillary flow effect were tested. Using the micro-volume inlet system the minimum volume required for analysis is 1 micro-mole sample gas, and the precession for carbon and oxygen isotopic composition are better than 0.1‰. The precession for sulfur isotopes is ±0.3‰ and ±0.01‰ (1s) for $\delta^{34}S$ and $D^{33}S$, respectively, based on the repeated analyses of standard Ag_2S (IAEA S-1).Multiple sulfur isotope measurement system consists of 1) curie point pyrolyzer for rapid conversion of small volume samples to SF_6gas, 2) vacuum line system for pumping out non-condensable gasses, 3) gas chromatograph for purifying the SF_6gas and 4) micro-volume inlet system for introduction of sample gas to ionization chamber.
Multiple sulfur isotope ratios experimental run products were measured using the new system. Metal phases were separated and sulfur was extracted using Cr(II) reduction method [6]. Preliminary results indicate that S isotope fractionations occur in the pressure range of 3–5 GPa, under high-temperature conditions corresponding to the magma ocean environment. The negative $\delta^{34}S$ of mantle, can hence be explained by sulfur isotope fractionation in a magma ocean environment. Sulfur isotope measurements were also carried out on granitoid samples from the Archean with sulfide sulfur showing positive $\delta^{34}S$ values. Mass independent isotope fractionation, expressed as $\Delta^{33}S$, was also observed, suggesting that sulfur in the mantle alone cannot explain these variations. The incorporation of surface sulfur from sedimentary rocks and seawater is proposed.

Keywords: HPHT experiments, Micro-volume stable isotope measurements, Sulfur isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys at high pressure and temperature

*井上 勇人[1]、末広 翔[1]、太田 健二[1]、廣瀬 敬[2,3]、大石 泰生[4]
*Hayato Inoue[1], Sho Suehiro[1], Kenji Ohta[1], Kei Hirose[2,3], Yasuo Ohishi[4]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 東京工業大学地球生命研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、4. 高輝度光科学研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 3. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 4. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

Silicon (Si) has been repeatedly suggested to be the major light element in the Earth’s core that mainly consists of iron [1]. Alloying the light element(s) affects a variety of physical properties of iron. Electrical and thermal conductivities strongly constrain the dynamics and thermal evolution of Earth’s core and these parameters are linked by the Wiedemann-Franz law ($\kappa = \sigma LT$; κ: thermal conductivity, σ: electrical conductivity, L: Lorenz number, T: absolute temperature). However, measurements of electrical and thermal conductivities under static condition at extremely high pressures (P) and temperature (T) are limited for pure iron [2], [3]. The estimates of the core conductivity considering the effect of light element(s) have been done based on the resistivity saturation model, but the validity of the model at the core condition is unclear [4], [5].
In this study, we examined electrical resistivity (the reciprocal of electrical conductivity) of Fe-2, 4 and 6.5 wt.%Si at high P-T conditions in an internally-heated diamond anvil cell (IHDAC) up to 99 GPa and 2910 K. Our results of electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys showed its nonlinear temperature dependence, indicating the occurrence of the resistivity saturation. The resistivity saturation in Fe-Si alloys observed in this study supports the notion of high core conductivity and resulting molten lowermost mantle and young inner core.

References: [1] Poirier: *Phys. Earth Planet. Inter.* **85**, 319-337 (1994).;[2] Ohta et al.: *Nature* **534**, 95–98 (2016).;[3] Konôpková et al.: *Nature* **534**, 99–101 (2016).;[4] Gomi et al.: *Phys. Earth Planet. Inter.* **224**, 88–103 (2013).;[5] Gomi et al.: *Earth Planet. Sci. Lett.* **451**, 51–61 (2016).

キーワード：電気伝導度、熱伝導率、地球コア
Keywords: Electrical conductivity, Thermal conductivity, Earth's core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electrical resistivity and thermal conductivity of fcc Fe: Implications for the Mercury’ s core

*五味 斎[1]、芳野 極[1]
*Hitoshi Gomi[1], Takashi Yoshino[1]

1. 岡山大学
1. Okayama University

The Mercury’ s magnetic field may be sustained by the geodynamo motion in the liquid Fe core. However, its strength is about 1% of that of Earth. This weak magnetic field may implies a partly stratified core. Gomi et al. (2013) pointed out that the geometry of the thermal stratification depends critically on the depth dependency of the thermal conductivity. In this study, we conducted first-principles calculations on the face-centered cubic (fcc) Fe to constrain the electrical resistivity and the thermal conductivity of the Mercury’ s core.

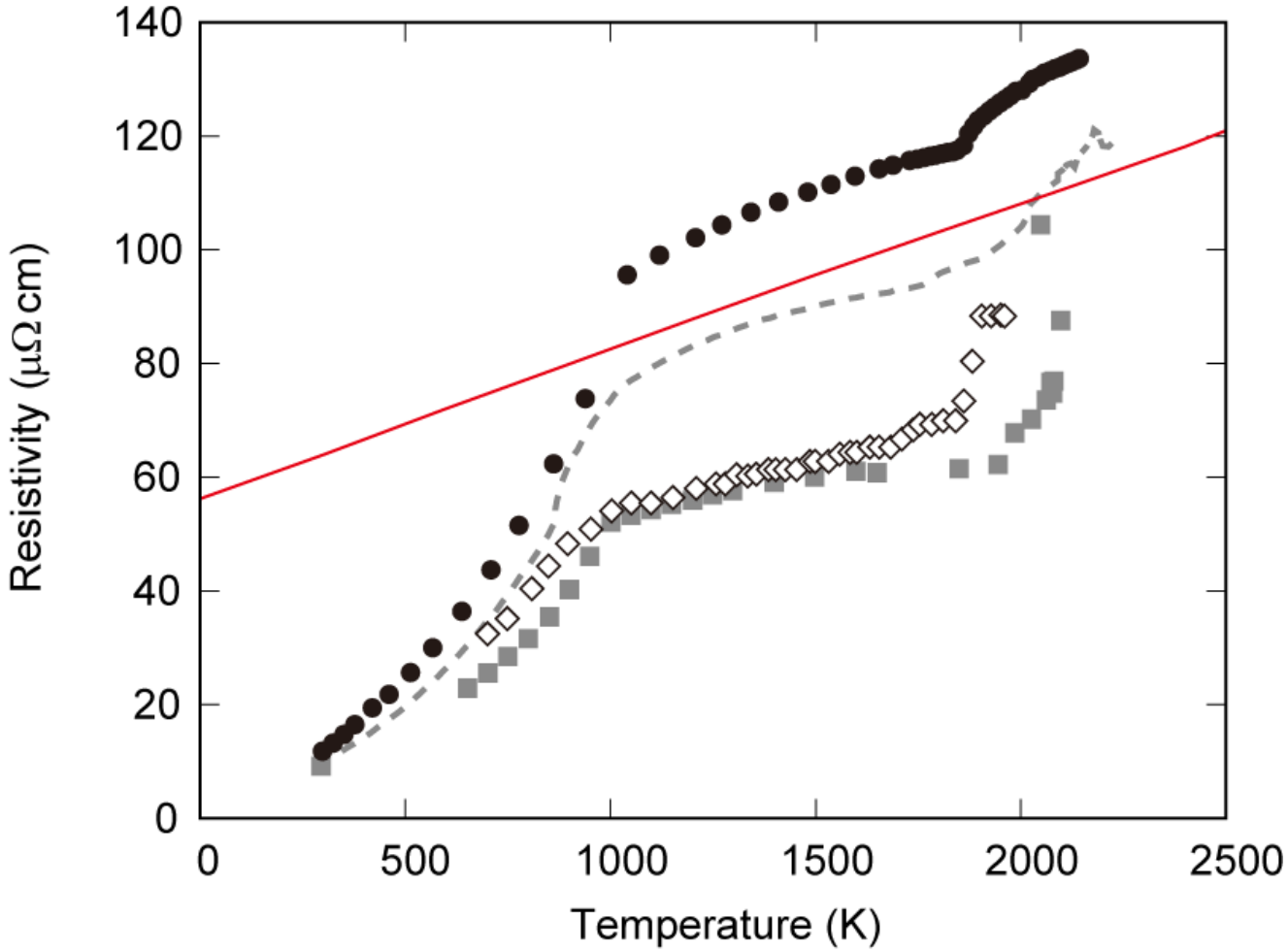
We calculated the electrical resistivity and the thermal conductivity of fcc Fe by means of the Korringa-Kohn-Rostoker method combined with the coherent potential approximation (KKR-CPA) (Akai, 1989). The CPA was adopted to treat the disorder effects due to the atomic vibrations and the magnetic fluctuations on the electronic band structure (Glasbrenner et al., 2014; Ebert et al., 2015; Kou and Akai, 2018). Within the alloy analogy model, the thermal atomic displacements were represented by a discrete set of N_v displacement vectors $\Delta R_v(T)$, where $|\Delta R_v(T)|=\sqrt{<u^2>}$ is the root mean square displacement of atoms, which is based on the Debye model without zero point vibration. The lattice parameter and the Debye temperature are obtained from the equation of state of fcc Fe (Tsujino et al., 2013). In addition to the non-magnetic state, the magnetic disorder was simulated by the local magnetic disorder (LMD) approach. The conductivity was calculated by the Kubo-Greenwood formula with the vertex correction.

The calculated electrical resistivities and thermal conductivities with LMD state are consistent with the literature data at 0 GPa (Ho et al., 1972; 1983), whereas the non-magnetic results show smaller resistivity and larger thermal conductivity. This suggests the importance of the magnetic scattering at low pressures. However, our calculation predicts that the magnetic contribution banishes at higher pressures than 20 GPa. Figure 1 compares the present results and previous experiments (gray broken line; Secco and Scholoessin, 1989, gray square; Deng et al., 2013, open diamond; Pommier, 2018, black circle; Silber et al., 2018) on the electrical resistivity at ~5 GPa. Note that, within the fcc stability field, previous measurements have a large variation. Our calculated resistivity values are between Secco and Scholoessin (1989) and Silber et al. (2018).

We further calculated the electrical resistivity and the thermal conductivity of fcc Fe up to 50 GPa and 3000 K. The thermal conductivity increases with increasing pressure and temperature. This means that, if the inner core is absent, the thermal stratification starts from the bottom, and, after the onset of the inner core, a thick thermal stratified layer may develop at the top of the fluid core (Gomi et al., 2013).

キーワード：電気抵抗率、熱伝導度、水星、核、熱成層
Keywords: electrical resistivity, thermal conductivity, Mercury, core, thermal stratification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lateral heterogeneity in the lowermost outer core (F layer) of the Earth revealed by seismic analyses

*大滝 壽樹[1]、金嶋 聰[2]、土屋 卓久[3]
*Toshiki Ohtaki[1], Satoshi Kaneshima[2], Taku Tsuchiya[3]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Geodynamics Research Center, Ehime University

We have determined seismic velocity structures of the lowermost outer core (F layer) beneath Northeast Pacific and Australia (Ohtaki and Kaneshima, 2015; Ohtaki et al., 2018), and found that the F layer is seismologically heterogeneous. These structures were obtained using a combination of two observations. First one is differential traveltimes between waves that reflect at the inner core boundary (ICB) and that graze the boundary; the second is dispersion (frequency dependence of velocity) of the grazing wave.

Our results show a somewhat strange velocity profile in the F layer beneath Australia, which has a lower-velocity-gradient layer than that of the Preliminary Reference Earth Model (PREM; Dziewonski and Anderson, 1981) on the ICB, and a higher-gradient layer just above the layer. Recent advance in high pressure research enables seismologists to translate lateral seismic velocity variation to relative chemical abundance in the outer core condition. Based on the results of Ichikawa and Tsuchiya (e.g., 2018), we showed light-element enrichment there. This result suggests that lighter fluid exists beneath Australia in the lowermost part of the liquid core, although the outer core is low-viscosity fluid.

The solid inner core of the Earth has quasi-hemispherical structure (e.g., Tanaka and Hamaguchi, 1997). As the origin of this hemispherical structure, uneven growth of the inner core has been proposed (e.g., Aubert et al., 2008; Alboussière et al., 2010; Monnereau et al., 2010). When the liquid in the outer core solidifies at the inner core surface, excess light element is partitioned to residue because the solid inner core is poorer in light elements compared with the liquid outer core. Thus, the uneven growth of the inner core is tied with an uneven release of the light elements to the F layer, which may be related to our results of the heterogeneous F layer. Then, a question arises: this heterogeneity has hemispherical structure like the inner core or local one?

We have not answered it yet because the survey areas of the above studies are restricted. Furthermore, other studies focusing F-layer velocity are not so many. Souriau (2015) determined lateral variations of velocity in the lower outer core using traveltimes of waves that turn there, and suggested that heterogeneity in F has degree-one feature. We also determined the seismic structure of the F layer beneath Antarctica using amplitude ratios between waves that turn just above the inner core and that get into the inner core. Although the resolution and reliability of structure obtained using amplitude ratios is lower than those using the method of our recent papers, the structure beneath Antarctica has a much lower velocity gradient in the F layer compared with PREM. Such a lower gradient is close to the model beneath Australia.

In this paper, we will show the summary of the heterogeneous F-layer structures of velocity and chemical abundance at this stage.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References
Alboussière, T., R. Deguen, and M. Melzani (2010), *Nature*, *466*, 744–747, doi:10.1038/nature09257.
Aubert, J., H. Amit, G. Hulot, and P. Olson (2008), *Nature*, *454*, 758–761, doi:10.1038/nature07109.
Dziewonski, A. M., and D. L. Anderson (1981), *Phys. Earth Planet. Inter.*, 25, 297–356, doi:10.1016/0031-9201(81)90046-7.
Monnereau, M., M. Calvet, L. Margerin, and A. Souriau (2010), *Science*, *328*, 1014–1017, doi:10.1126/science.1186212.
Ichikawa, H., and T. Tsuchiya (2018), J. Geography, 127, 631-646 (in Japanese with English abstract).
Ohtaki, T., S. Kaneshima, and K. Kanjo (2012), *J. Geophys. Res.*, 117, B03312, doi:10.1029/2011JB008717.
Ohtaki, T., and S. Kaneshima (2015), *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 120, 7572–7586, doi:10.1002/2015JB012140.
Ohtaki, T., S. Kaneshima, H. Ichikawa, and T. Tsuchiya (2018), *J. Geophys. Res. Solid Earth*, doi:10.1029/2018JB015857.
Tanaka, S., and H. Hamaguchi (1997), *J. Geophys. Res.*, *102*, 2925–2938, doi:10.1029/96JB03187.

キーワード：外核最下部のF層、外核の不均質、オーストラリア下F層での軽元素濃集
Keywords: F layer, lowermost outer core, Heterogeneity of the outer core, Light element concentration in the F layer beneath Australia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内核の不均一成長に伴う地球外核中の流れと軽成分分布
Flows and light element distribution in the outer core associated with heterogeneous growth of the inner core of the Earth

*竹広 真一[1]、佐々木 洋平[2]
*Shin-ichi Takehiro[1], Youhei SASAKI[2]

1. 京都大学数理解析研究所、2. 京都大学大学院理学研究科数学教室
1. Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, 2. Department of Mathematics, Kyoto University

近年の地震波解析によると, 内核内の地震波速度の東西不均一な分布が明らかにされ, ICB での相変化が水平一様に生じてはいないという 議論が提唱されるようになった. この観測結果から単純に考えると, 固化半球側の ICB 直上では温度が低く軽成分濃度が高くなり, 溶融半球側で逆に温度が高く軽成分濃度が低くなることが予想される. すなわち, 内核内部の東西不均一分布と ICB 直上の外核内での 熱力学的諸量との相関がみられそうである, しかしながら, 最新の地震波の解析では ICB 直上での地震波速度異常分布は内核内の東西非対称構造とは一致していないことが報告されている.

内核の不均一成長の説明を試みとして外的要因と内的要因の メカニズムがこれまでに提案されてきている. 外的要因説は, 核マントル境界 (CMB) での水平不均一な熱的構造が 外核内に水平熱対流を引き起こし, ICB に水平不均一な温度分布をもたらすと考えるものである. しかしながら, この研究では温度と軽成分をまとめた共密度(co-density)を 用いており, ICB 直上での軽成分分布がどのようになるかが明らかでない. 一方, 内的要因説は, 相変化境界を伴う内核の自発的な不安定性により 横ずれ流れが内核内部に生じるものである. しかしながら, この研究では外核の軽成分がすぐに混合され一様であることを 仮定していおり, ICB 直上での軽成分分布がどのようになるかが明らかでない.

そこで本研究では, 温度と軽成分濃度を独立変数とする回転球殻内の熱組成対流 モデルを用いて, 外的要因および内的要因のそれぞれのストーリーに 沿った熱組成対流の数値実験を行う. 得られる ICB 付近での軽成分濃度分布と 地震波異常分布と比較することにより, もっともらしい外核内の熱組成対流の レジームについて議論する.

キーワード：異方性、内核、核マントル境界
Keywords: Heterogeneity, Inner core, Core-mantle boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sharpness of the hemispherical boundary in the inner core beneath the northern Pacific

*入谷 良平[1]、川勝 均[1]、竹内 希[1]
*Ryohei Iritani[1], Hitoshi Kawakatsu[1], Nozomu Takeuchi[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo

The hemispherical heterogeneity in the topmost of the Earth’ s inner core, faster velocity and higher attenuation in the eastern hemisphere and slower velocity and weaker attenuation in the western hemisphere, has been revealed by seismological studies. However, how the transition structure between two hemispheres looks like has not been known because of the difficulty to analyze complex core-sensitive data and the limitation of earthquake and seismic array distribution. In this study, we apply the array-based waveform inversion (Iritani et al., 2014) to core phase data that propagate beneath the northern Pacific, and investigate the nature of the transition structure in this region.Dataset used in this study consists of two directional event-station pairs, seismograms observed by the permanent European stations for events at Fiji-Tonga region, and USArray for events near Indonesia. We analyze the broadband vertical component of core phase data containing PKIKP and PKP phases (i.e. the epicentral distance between 145 –155 degree). Resultant analyzed waveforms for EU stations and USArray are 2,108 and 1,172 traces respectively.
In the analysis, waveform inversion approach is employed for each event data to measure traveltime and attenuation in the inner core. As a result, traveltime anomalies observed by EU stations show obvious positive anomaly suggesting mainly propagating the eastern hemisphere, while traveltimes observed by USAray show relatively smaller (or no) anomalies suggesting effects from both of hemispheres. On the other hand, attenuation parameters for both arrays show similar trend that suggests high attenuation corresponding to the eastern hemisphere. To investigate a hemispherical transition boundary in the sampled region, we conduct a ray theory based forward modeling of traveltimes by changing a shape of boundary from meridian boundary to eyeball shaped boundary, and its position. We compute root-mean-square (RMS) of residual between observations and theoretical traveltimes computed with each boundary model. Then, an eyeball shaped boundary, that is located at longitude of 158°W on the equatorial line and latitude of 80°N at the northernmost point, obtained as the preferred boundary model. Finally, we investigate a sharpness of the boundary by varying a width of hemispherical transition. We assume linear variation from the eastern and western hemisphere in a given width and compute RMS. As a result, a width of 600 km at the surface of the inner core shows smaller RMS than sharp boundary. Geophysical significance of this finding will be further discussed.

キーワード：Inner core、Waveform inversion
Keywords: Inner core, Waveform inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stable carbon isotope fractionation in Fe-C system from first principles

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1]
*Haruhiko Dekura[1], Taku Tsuchiya[1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Geodynamics Research Center, Ehime University

Carbon is the fourth most abundant element in the solar system and likely one of the constituent light elements in the Earth’s core. Determination of its equilibrium isotope fractionation factor (α) under high pressure (P) and temperature (T) is a key for understanding chemical evolution such as the whole Earth carbon distributions and the amount in the Earth’s core (e.g., Kumar et al., 2011). Because experimental measurement of the isotope fractionation remains technically challenging at the deep mantle condition, attempts to evaluate the α among mantle minerals by first-principles calculations have been made in recent years (e.g., Huang et al., 2014). Recently, our group initiated the theoretical determination of the α in the Fe-C system in the Earth’s deep interior with a full ab initio approach based on the density-functional theory. We performed ab initio lattice dynamics calculations for diamond and iron-carbide (hexagonal Fe7C3) having the two stable carbon isotopes (12C and 13C). The α between the two phases were then determined by using the Gibbs free energies calculated at P ~300 GPa and T ~2000-6000 K. The obtained $10^3 \ln \alpha$ dia-Fe7C3 is found to vary with T from ~+8‰ (2000 K) to ~+5‰ (6000 K). This result indicates that the Fe7C3 is enriched in the heavier isotope (13C) compared with diamond. This trend is qualitatively consistent with low-pressure experimental observations (Kumar et al., 2011).

キーワード：Isotope fractionation、First-principles calculation
Keywords: Isotope fractionation, First-principles calculation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[S-IT21] 核-マントルの相互作用と共進化

コンビーナ:河合 研志(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、飯塚 毅(東京大学)、太田 健二(東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)、土屋 卓久(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

近年の高圧実験の進歩で、地球中心部に至る温度圧力条件での鉱物の物性測定が可能となってきた。一方、高精度な古地磁気測定、地球物理学観測、精密地球物理学分析、地球ニュートリノによる地球深部放射性物質の直接観測などの発展と共に、マントル対流や地磁気ダイナモの数値シミュレーション技術も大きく発展して、地球内部の状態の理解が進んできた。本セッションでは、地球及び惑星における核ーマントル相互作用と進化に焦点をあてた、様々な研究分野の成果を一堂に会する機会を提供し、情報交換を進めることを目的とする。異なる分野間の連携を発展させるための日本版地球・惑星深部研究グループ(J-SEDI）の形成に関わる講演も歓迎する。

[SIT21-P01] 茨城県稲田花崗岩における小スケールの岩石組成変化の検討 -日本列島地殻由来の地球ニュートリノフラックスの高精度推定に向けて-

★招待講演

*上木 賢太[1]、南 一輝[2]、飯塚 毅[3]、榎本 三四郎[4]、田中 宏幸[2] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京大学地球惑星科学専攻、4.ワシントン大学)

[SIT21-P02] Towards a better estimation of the temperature distribution beneath the Japanese Islands

*田中 明子[1]、山野 誠[2]、濱元 栄起[3]、後藤 秀作[4]、松本 拓己[5] (1.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2.東京大学 地震研究所、3.埼玉県 環境科学国際センター、4.産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門、5.防災科学技術研究所)

[SIT21-P03] 日本列島地殻由来の地殻ニュートリノフラックス推定への地球化学データベース利用

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、岩森 光[1,2,3] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.東京工業大学)

[SIT21-P04] Viscosity of potassium titanosilicate melt at high pressure

*鈴木 昭夫[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻)

[SIT21-P05] Lattice thermal conductivity of wadsleyite and ringwoodite at the mantle transition zone pressures

*木村 清二[1]、太田 健二[6]、川添 貴章[2]、廣瀬 敬[3]、鍵 裕之[4]、八木 貴志[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3.東京工業大学大学　地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設 、5.国立研究開発法人産業技術総合研究所、6.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻)

[SIT21-P06] In-situ X-ray observations of the olivine-spinel transformation under shear deformation: preliminary results on the reaction-induced weakening

*久保 友明[1]、森山 一哉[1]、森 悠一郎[1]、今村 公裕[1]、小泉 早苗[2]、西原 遊[3]、鈴木 昭夫[4]、肥後 祐司[5] (1.九州大学、2.東大地震研、3.愛媛大学GRC、4.東北大学、5.JASRI)

[SIT21-P07] Internally resistive heated diamond anvil cell experiments with metal encapsulated minerals

*山本 倫也[1]、太田 健二[1]、末広 翔[1]、井上 勇人[1] (1.東京工業大学)

[SIT21-P08] Shear deformation on post-spinel

*山崎 大輔[1]、辻野 典秀[1]、西原 遊[2] (1.岡山大学惑星物質研究所、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P09] **Lattice thermal conductivity of $CaSiO_3$ perovskite at high pressures and high temperatures**

*恩賀 皓太郎[1]、太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰夫[5] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.産業技術総合研究所、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P10] **Polycrystalline diamond sintered from ultradispersed nanodiamonds**

*西 真之[1,2]、山本 幸一郎[1]、周 佑黙[1]、入舩 徹男[2,1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P11] Thermal conductivity measurements on iron and MgO periclase at high pressure and high temperature similar to the Earth's mid-lower mantle conditions

*長谷川 暉[1,2]、太田 健二[2]、八木 貴志[1]、廣瀬 敬[3,4] (1.産業技術総合研究所、2.東京工業大学、3.東京工業大学地球生命研究所、4.東京大学)

[SIT21-P12] Azimuthal anisotropy in the lowermost mantle beneath Philippine from ScS-S times

*田中 聡[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)

[SIT21-P13] Detailed 3-D S-velocity structure within D" at the western Pacific LLSVP margin: smaller scale plumes and paleoslabs

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1]、田中 聡[2]、Weerachai Siripuvaraporn[3]、Songkhun Boonchaisuku[3]、Noisagool Sutthipong[3]、石原 靖[2]、Taweoon Kim、宮川 幸治[4]、竹内 希[4] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.Mahidol University、4.東京大学地震研究所)

[SIT21-P14] Possible interaction between the core and mantle inferred from a core surface flow model

*松島 政貴[1] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

[SIT21-P15] 高温高圧条件下での金属-ケイ酸塩メルト間の希ガス分配係数の実験的決定

*田中 友崇[1]、桑原 秀治[2]、貴志 智[1]、野村 龍一[3]、三部 賢治[5]、鍵 裕之[4]、舘野 繁彦[6]、角野 浩史[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系、2.愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター、3.京都大学、4.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、5.東京大学地震研究所、6.東京工業大学地球生命研究所)

[SIT21-P16] **Measurement of T-dependent electrical resistivity of solid and liquid Fe and Pt at fixed P**

*Innocent Ezenwa[1]、Takashi Yoshino[1] (1.Institute for Planetary Materials, Okayama University)

[SIT21-P17] Ancient, highly depleted mantle constrained by Re-Os isotope and highly-siderophile element compositions of French Polynesian xenoliths

*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、鈴木 勝彦[3]、小木曽 哲[4] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京工業大学　理学院地球惑星科学系、3.JAMSTEC　海底資源研究開発センター、4.京都大学　大学院人間・環境学研究科)

[SIT21-P18] First-principles prediction of hydrogen partitioning between the core and mantle

*大場 篤朗[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学 地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P19] Microvolume stable isotope measuremetns and its applicaiton for high-pressure high-temperature experimental run products

*Madhusoodhan Satish-Kumar[1]、Shinnosuke Aoyama[1] (1.Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University)

[SIT21-P20] Electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys at high pressure and temperature

*井上 勇人[1]、末広 翔[1]、太田 健二[1]、廣瀬 敬[2,3]、大石 泰生[4] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.東京工業大学地球生命研究所、3.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、4.高輝度光科学研究センター)

[SIT21-P21] Electrical resistivity and thermal conductivity of fcc Fe: Implications for the Mercury's core

★Invited Papers

*五味 斎[1]、芳野 極[1] (1.岡山大学)

[SIT21-P22] Lateral heterogeneity in the lowermost outer core (F layer) of the Earth revealed by seismic analyses

*大滝 壽樹[1]、金嶋 聰[2]、土屋 卓久[3] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SIT21-P23] 内核の不均一成長に伴う地球外核中の流れと軽成分分布

*竹広 真一[1]、佐々木 洋平[2] (1.京都大学数理解析研究所、2.京都大学大学院理学研究科数学教室)

[SIT21-P24] Sharpness of the hemispherical boundary in the inner core beneath the northern Pacific

*入谷 良平[1]、川勝 均[1]、竹内 希[1] (1.東京大学地震研究所)

[SIT21-P25] Stable carbon isotope fractionation in Fe-C system from first principles

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

茨城県稲田花崗岩における小スケールの岩石組成変化の検討 -日本列島地殻由来の地球ニュートリノフラックスの高精度推定に向けて-
Sample-scale compositional variation of the Inada granite, Ibaraki, Japan -toward the reduction of geoneutrino flux estimation errors from the Japanese crust-

*上木 賢太[1]、南 一輝[2]、飯塚 毅[3]、榎本 三四郎[4]、田中 宏幸[2]
*Kenta Ueki[1], Minami Kazuki[2], Tsuyoshi Iizuka[3], Sanshiro Enomoto[4], Hiroyuki Tanaka[2]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 東京大学地球惑星科学専攻、4. ワシントン大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo, 4. Center for Experimental Nuclear Physics and Astrophysics, University of Washington

Geoneutrio observed at anti-neutrino observatory "KamLAND" in Kamioka (Hida City, Gifu Prefecture), enables us to directly observe the abundance of radiogenic elements in the deep earth. As crustal rocks exhibit a high concentration of geoneutrino producing radiogenic elements (Uranium and Thorium) than mantle rocks, we have to subtract the contribution of geoneutrino from the Japanese crust from the observation value in Kamioka to estimate geoneutrino flux from core and mantle. For the purpose, we estimated the 3D distribution of uranium and thorium in the Japanese crust by the stochastic modeling using the seismic velocity structure, geological information and geochemical database for the Japanese crustal rock. Geoneutrino flux calculated using the compositional map exhibits a very large error (up to 80%) at present.
We found that information on the compositional heterogeneity (spatial correlation) of various length scale, such as of the single rock suite scale (km to m scale), and sample scale (cm to mm scale) are essential to reduce the estimation error of crustal geoneutrino flux as small as the observation error of the geoneutrino on KamLAND. Therefore, we conducted a grid sampling of the granite of Inada, Ibaraki prefecture, to obtain quantitative knowledge on the small scale compositional heterogeneity. Samples (about 500g) were divided into several centimeter scale split (about 25g). Based on the compositional variations between small splits from one sample, we discuss the small scale sample wise compositional variation. Whole rock chemical composition of each small split was analyzed using XRF. Also, we conducted surface analysis using an ED-XRF to evaluate the spatial distribution of elements in each split. As a result, even within a single sample (about 500g), a compositional variation of about several% at maximum was observed. This result indicates that when conducting the analysis based on the rock chemical composition considering the spatial context, it is necessary to properly evaluate the sample scale heterogeneity, in addition to the tectonic scale, the rock suite scale, and microscopic scale.Also, this result will contribute to the reduction of the estimation error of geoneutrino from the Japanese crust.

キーワード：地球ニュートリノ、花崗岩、岩石化学組成
Keywords: Geoneutrino, Granite, Rock chemical composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Towards a better estimation of the temperature distribution beneath the Japanese Islands

*田中 明子[1]、山野 誠[2]、濱元 栄起[3]、後藤 秀作[4]、松本 拓己[5]
*Akiko Tanaka[1], Makoto Yamano[2], Hideki Hamamoto[3], Shusaku Goto[4], Takumi Matsumoto[5]

1. 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2. 東京大学 地震研究所、3. 埼玉県 環境科学国際センター、4. 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門、5. 防災科学技術研究所
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Center for Environmental Science in Saitama, 4. Institute for Geo-Resources and Environment National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

To improve our understanding of the thermal evolution and structure of the deep Earth, it is necessary to know the shallow part of them. Surface heat flow provides important constraint on it. However, the number of heat flow data is limited and spatially very inhomogeneous and even in regions with measurements the data quality varies. For this reason, we have been working on compiling a comprehensive database of heat flow, thermal conductivity, and geothermal gradient. In 2004, Geological Survey of Japan published a digital geoscience map entitled "Geothermal Gradient and Heat Flow Data in and around Japan", which contains heat flow data in the northwestern Pacific area (from 0 to 60°N and from 120 to 160°E) and geothermal gradient data in and around Japan. In 2019, we will be releasing database entitled "Thermal Data Collection in and around Japan", which contains continuously updated of geothermal gradient and heat flow data and adds thermal conductivity data in and around Japan. Thermal conductivity data were compiled from published data and site-specific reports, and measured using the archived cores. This database offers considerable improvements over the previous version released in 2004, and will be published and available at https://www.gsj.jp/en/database/db-portal/index.html. It presents an opportunity to revisit the thermal state of the lithosphere along with other geophysical/geochemical constraints on heat flow extrapolation.

キーワード：地殻熱流量、熱伝導率、地温勾配
Keywords: heat flow, thermal conductivity, geothermal gradient

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本列島地殻由来の地殻ニュートリノフラックス推定への地球化学データベース利用

The estimation of the neutrino flux from the crust of the Japanese islands using the geochemical database

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、岩森 光[1,2,3]
*Satoru Haraguchi[1], Kenta Ueki[1], Hikaru Iwamori[1,2,3]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 東京工業大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 3. Tokyo Institute of Technology

地球深部の構造を直接に示すものとして、「地球深部由来のニュートリノ」が注目されている。地球深部由来のニュートリノを観測する施設として、神岡に設置されている反ニュートリノ検出装置「KamLAND」が稼働しているが、ニュートリノの起源となる放射性物質は、地殻に圧倒的な量が分布しているため、地球深部のU, Th量を推定するためには、ニュートリノフラックスの多くを担う地殻由来フラックスを厳密に区分する必要がある。現時点では、地殻由来ニュートリノは、組成、空間分布ともに単純な地殻化学組成モデルを基に構築されているが、実際の日本列島地殻構成岩石の放射性元素は非常に幅広い組成幅を持ち、複雑に分布している。このため、地球深部由来ニュートリノのより精密な測定には、地殻内の放射性元素分布をより精密に区分する必要があり、地殻内元素分布モデルを構築するための高精度の位置情報を有する岩石地球化学データベースが必要となる。

一方、日本列島の地殻がどのような岩石で構成され、いかなる化学組成をもつかは、地震活動、火山活動や地殻変動を理解する上で基礎的情報であるにも関わらず、地質図にあらわされる以上に系統的な解析（例えば統計解析）はほとんど行われていない。日本列島地殻の化学組成の空間的なバリエーションの解析は、日本列島の進化履歴や、沈み込み帯における化学進化を考える上でも重要である。我々は、日本国内出版文献に掲載されている地球化学データのコンパイルを行うデータベース「DODAI」を地質学雑誌に報告した。本発表では、本データベースを用いた「日本列島の地殻化学構造の解析」の「ニュートリノ地球化学」への貢献について報告したい。日本列島全域をカバーし、高精度の位置情報を有する岩石地球化学データベースである「DODAI」は、データ解析、モデリングに有用である。高精度の位置情報を有する地球化学データベースは地球の化学構造のモデリングに有用であり、本報告では、DODAIデータベースと地球ニュートリノを用いた地球の化学研究のポテンシャルを議論したい。

キーワード：ニュートリノ、地球化学データベース、地殻とマントルの地球化学的構造
Keywords: neutrino, geochemical database, geochemical structure of crust and mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Viscosity of potassium titanosilicate melt at high pressure

*鈴木 昭夫[1]
*Akio Suzuki[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻
1. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University

Viscosity of silicate melt is a fundamental property, which controls volcanic processes, including rates of melt extraction, ascent, and magma mixing. Titanium oxide is contained less than 10 wt% in terrestrial magmatic liquids, however, some lunar magmas contains it over 10 wt%. The addition of titanium to silicate melt affects on the properties such as viscosity, density, and compressibility. Especially the pressure dependence of viscosity is of great interest, because magma is generated in the planetary interiors. The aim of this study is to measure the viscosity of K2TiSi4O11 melt at high pressures to estimate the influence of the pressure-induced structural change of melt.
We performed in situ falling sphere viscometry in the pressure range from 1.3 to 7.4 GPa, by using the MAX-III high pressure apparatus at BL14C2 and NE7A beamlines at Photon Factory in KEK, Tsukuba, Japan. A falling platinum sphere in the melt was monitored by using an X-ray CCD camera with a YAG:Ce fluorescence screen. We observed that the viscosity of KTS4 melt decreased up to 3.3 GPa. In contrast, the pressure dependence in viscosity was not observed above 3.3 GPa. Based on XANES spectra of K2TiSi4O11 glasses quenched under high pressure, Paris et al. (1994) showed that the coordination number of titanium increased with increasing pressure. The present study suggests that the melt becomes depolymerized by the coordination change of titanium under high pressure.

キーワード：マグマ、粘度、高圧力
Keywords: magma, viscosity, high pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lattice thermal conductivity of wadsleyite and ringwoodite at the mantle transition zone pressures

*木村 清二[1]、太田 健二[6]、川添 貴章[2]、廣瀬 敬[3]、鍵 裕之[4]、八木 貴志[5]
*seiji kimura[1], Kenji Ohta[6], Takaaki Kawazoe[2], Kei Hirose[3], Hiroyuki Kagi[4], Takashi Yagi[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、3. 東京工業大学大学　地球生命研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設 、5. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、6. 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences Tokyo Institute of Technology, 2. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 3. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 4. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, University of Tokyo, 5. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 6. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

The lattice thermal conductivities of wadsleyite (Wd) and ringwoodite (Rw), which predominantly occupy the Earth's mantle transition zone, are important transport properties to understand the dynamics and thermal structure of the mantle. In particular, the temperature in the subducting slab is mainly controlled by the thermal conduction of Wd and Rw. Wd and Rw are both thought to preserve a large amount of hydrogen ions, thus should play an important role as the main water reservoir in the Earth. Furthermore, it has been reported that the hydration affects the physical properties of minerals including thermal conductivity, and it is necessary to measure the lattice thermal conductivity of Wd and Rw considering their water content. However, so far, the reported lattice thermal conductivities of Wd and Rw has not been considered their water content (Xu et al., 2004). Here we measured the room temperature lattice thermal conductivity of $(Mg_{0.89}Fe_{0.11})_2SiO_4$ Wd and $(Mg_{0.91}Fe_{0.09})_2SiO_4$ Rw up to 27 GPa, respectively, to clarify their hydration dependence using the pulsed light heating thermoreflectance technique in a diamond anvil cell.The obtained results show similar pressure dependence of the lattice thermal conductivity to the previous study (Xu et al., 2004). However, the absolute values of the thermal conductivity are different; the lattice conductivities of hydrous Wd and Rd are ~52% and ~40% lower than the results of Xu et al. (2004), respectively. Our results suggest strong water content dependence of lattice thermal conductivities of Wd and Rw, implying that the water content in the mantle minerals is key factor for calculating the thermal structure in a subducting slab, mantle dynamics.

キーワード：ウォズレアイト、リングウッダイト、マントル遷移層、含水鉱物、熱伝導率
Keywords: wadsleyite, ringwoodite, mantle transition zone, hydrous minerals, thermal conductivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In-situ X-ray observations of the olivine-spinel transformation under shear deformation: preliminary results on the reaction-induced weakening

*久保 友明[1]、森山 一哉[1]、森 悠一郎[1]、今村 公裕[1]、小泉 早苗[2]、西原 遊[3]、鈴木 昭夫[4]、肥後 祐司[5]
*Tomoaki Kubo[1], Moriyama Kazuya[1], Yuichiro Mori[1], Masahiro Imamura[1], Sanae Koizumi[2], Yu Nishihara[3], Akio Suzuki[4], Yuji Higo[5]

1. 九州大学、2. 東大地震研、3. 愛媛大学GRC、4. 東北大学、5. JASRI
1. Kyushu Univ., 2. ERI, 3. GRC Ehime Univ., 4. Tohoku Univ., 5. JASRI

It has been suggested that high-pressure transformations cause rheological weakening and large deformation of subducting slabs in mantle transition zone (MTZ) . However, there have been few direct experimental evidences so far largely because of the difficulties in quantitative deformation experiments under such conitions. Here we report preliminary results on the olivine-spinel transformation experiments under shear deformation upto MTZ pressures. D-111 (DT-cup) type high-pressure deformation apparatus was newly used for this purpose combined with high-energy synchrotron mono X-rays (50-60 keV) at Photon Factory (PFAR NE7 beamline), which enables in-situ observations of interactions between transformation and creep behaviors. Sintered Mg_2SiO_4 forsterite was first deformed at 15-25 GPa at 600˚C in shear, and subsequently heated to higher temperatures (~0.2˚C/s) to cause the olivine-spinel transformation under shear deformation. The transformation started at much lower temperatures under shear deformation (~900-1100˚C depending on the overpressure from the phase boundary) compared to that without deformation (~1400˚C), suggesting that the shear deformation enhances the olivine-spinel transition rate. The shear strain rate in the sample monitored by X-ray radiography was ~3-4 x 10^{-6} (s^{-1}) at 600˚C, and increased up to ~2-3 x 10^{-4} (s^{-1}) with ramping temperatures even keeping the anvil displacement rate constant (200 micron/h). We observed that the shear weakening does not occur at the same temperature, but reflects on the initiation of the olivine transition. Also, the weakening effects become significant at larger overpressures (and low T). This implies that the weakening of the shear zone induced by the grain-size reduction due to the olivine-spinel transition, however further evidences from microstructural observations are necessary. We plan to install 8-ch acoustic emission measurement system attached with D-111 apparatus to capture the transformation-induced shear instabitiy. Results of D-DIA shear deformation study on the olivine-spinel transition in Fe_2SiO_4 will also be presented and compared with those of the D-111 study in Mg_2SiO_4 .

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Internally resistive heated diamond anvil cell experiments with metal encapsulated minerals

*山本 倫也[1]、太田 健二[1]、末広 翔[1]、井上 勇人[1]
*YAMAMOTO TOMONARI[1], Kenji Ohta[1], Sho Suehiro[1], Hayato Inoue[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Heating technique is crucial for *in-situ* high pressure-temperature (*P-T*) studies into the physical and chemical properties of minerals in the diamond anvil cell (DAC) under deep Earth’s conditions. External resistive heating methods that use resistive heaters such as AlChrom-O wire and graphite surrounding the DAC or just the diamonds (Dubrovinskaia and Dubrovinsky, 2003; Du et al., 2013). This approach creates a homogeneous temperature field in the sample chamber but limits the maximum temperature of about 1200℃ due to graphitization of diamond anvils. Double-sided laser heating with a DAC generates the *P-T* conditions corresponding to the center of the Earth’s (Tateno et al., 2010). However, tightly focused laser beams, instabilities in output laser power and misalignment of the focused beams on the sample surface result in significant temperature variation within the sample in the DAC. Internally resistive heated DAC is an effective heating method to overcome the temperature limitation of external heated DAC and the significant temperature gradients experienced in conventional laser-heated DAC (e.g., Zha and Bassett, 2003). However, the internally resistive heated DAC is mostly applied to metal sample to study the properties of the planetary metallic core despite this technique could be applicable to an insulating mineral.

In this study, we modified the internally resistive heated DAC technique for nonmetallic material. We developed a microfabrication technique for total metal encapsulation of the nonmetallic sample. The sample encapsulated by platinum was loaded in DAC with thermal insulator and connected with two electrical leads to make electrical circuit for resistive heating. We confirmed very stable and homogeneous heating for insulating sample at 30 GPa to 2450 K in the modified internally resistive heated DAC. The highest temperature which this method can generate depends on the metal heater encapsulating the sample. This method offers a larger heating volume with more stable and uniform temperature than laser heating and at temperatures much greater than those that can be generated by external resistive heating methods.

References

Dubrovinskaia, N., & Dubrovinsky, L. (2003). Whole-cell heater for the diamond anvil cell. *Review of Scientific Instruments*, *74*(7), 3433-3437.

Du, Z., Miyagi, L., Amulele, G., & Lee, K. K. (2013). Efficient graphite ring heater suitable for diamond-anvil cells to 1300 K. *Review of Scientific Instruments*, *84*(2), 024502.

Tateno, S., Hirose, K., Ohishi, Y., & Tatsumi, Y. (2010). The structure of iron in Earth’s inner core. *Science*, *330*(6002), 359-361.

Zha, C. S., & Bassett, W. A. (2003). Internal resistive heating in diamond anvil cell for in situ X-ray

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

diffraction and Raman scattering. *Review of scientific instruments*, *74*(3), 1255-1262.

キーワード：内部抵抗加熱式ダイアモンドアンビルセル、高温高圧実験
Keywords: Internally resistive heated diamond anvil cell, high pressure-temperature experiments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Shear deformation on post-spinel

*山崎 大輔[1]、辻野 典秀[1]、西原 遊[2]
*Daisuke Yamazaki[1], Noriyoshi Tsujino[1], Yu Nishihara[2]

1. 岡山大学惑星物質研究所、2. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Institute for Planetary Materials, Okayama University, 2. GRC, Ehime University

Earth’ s lower mantle is mainly composed of ferro-periclase and bridgmanite. The viscosity of ferro-periclase is considered to be 2-3 orders of magnitude lower than that of bridgmanite. Such large discrepancy in viscosity may cause the significant effect of microstructure of the aggregate of bridgmanite and ferro-periclase on bulk viscosity. For example, bulk viscosity is low when the interconnected weak layer structure is formed, whereas bulk viscosity is as high as the viscosity of bridgmanite when the load bearing framework structure is formed [1].

Microstructural evolution from the load bearing framework structure to the interconnected weak layer structure in post-spinel phase (mixture of bridgmanite and ferro-periclase) during deformation was previously reported based on the rotational Drickamer apparatus [2]. This results suggests the important viscosity reduction during deformation in the lower mantle. We therefore considered that more detailed and precise experiments are necessary to discuss the lower mantle rheology quantitatively.

Deformation experiments under the lower mantle conditions can be conducted by using D111-type deformation Kawai-type high pressure apparatus. This apparatus was previously installed at UCL followed by PF-AR and Misasa. In this study, we use these apparatus for the deformation on post-spinel phase.

Starting material for deformation experiment was well-sintered aggregate of bridgmanite and ferro-periclase synthesized at 24 GPa and 1873 K. For the simple shear deformation, we used 45 degree cut design. In in-situ X-ray experiments at PF-AR, we used tapered and coned anvils for X-ray paths. On the other hand, in “quench” experiments at Misasa, we used a simple cubic anvils (TEL=2.0 mm). All deformation experiments were performed with constant D-rams displacement rate.
We deformed sample up to shear strain of ~0.8 with the 0.4 mm displacements of D-rams. SEM observation on the recovered sample by SEM shows that there is no significant evolution in microstructure, indicating that viscosity reduction is not expected with shear deformation to gamma~1. [1] D. Yamazaki, S. Karato: Am. Mineral., **86**, 385 (2001). [2] J. Girard et al.: Science, **351**, 144 (2016).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lattice thermal conductivity of $CaSiO_3$ perovskite at high pressures and high temperatures

*恩賀 皓太郎[1]、太田 健二[1]、長谷川 暉[1,2]、八木 貴志[2]、廣瀬 敬[3,4]、大石 泰夫[5]
*Kotaro Onga[1], Kenji Ohta[1], Akira Hasegawa[1,2], Takashi Yagi[2], Kei Hirose[3,4], Yasuo Ohishi[5]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 産業技術総合研究所、3. 東京工業大学地球生命研究所、4. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、5. 高輝度光科学研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 4. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 5. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

Laboratory measurements of thermal conductivity of deep Earth materials provide important information on the dynamics and thermal evolution of the mantle and the core. $CaSiO_3$ perovskite (CaPv) is a constituent of pyrolitic lower mantle and of the subducting oceanic crust at depth greater than 560 km. In recent years, there are many reports of the laboratory-based lower mantle thermal conductivity profiles, but the thermal conductivity of CaPv has never been measured and included in the models [1,2,3,4,5] . CaPv is an unquenchable high-pressure phase at ambient conditions, and temperature-induced structure change from tetragonal to cubic occurs at around 500 K [6]. Therefore, *in-situ* high pressure and temperature X-ray diffraction (XRD) and thermal conductivity measurements are required to determine the thermal conductivity of CaPv in the Earth’s deep interior.
In this study, we determined the thermal conductivity of CaPv at about 50 GPa and high temperature to 1950 K by a combination of synchrotron XRD measurements and the pulsed light heating thermoreflectance technique. Based on our experimental results, we consider the effect of the presence of CaPv on the thermal conductivity of the pyrolitic lower mantle and the subducting oceanic crust.

Reference: [1] Manthilake, G. et al., *Proc National Acad Sci.* **108,** 17901–17904 (2011). [2] Ohta, K. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **349,**109–115 (2012). [3] Ohta, K. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **465,** 29–37 (2017). [4] Okuda, Y. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **474,** 25–31 (2017). [5] Hsieh, W.-P. et al., J. Geophys. Res. Solid Earth 122, 4900-4917 (2017). [6] Komabayashi, T. et al., *Earth Planet Sc. Lett.* **260,** 564–569 (2007).

キーワード：カルシウムペロフスカイト、熱伝導率、下部マントル
Keywords: CaPv, thermal conductivity, lower mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Polycrystalline diamond sintered from ultradispersed nanodiamonds

*西 真之[1,2]、山本 幸一郎[1]、周 佑黙[1]、入舩 徹男[2,1]
*Masayuki Nishi[1,2], Koichiro Yamamoto[1], Youmo Zhou[1], Tetsuo Irifune[2,1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 東京工業大学地球生命研究所
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

NPD is a binder-less nanodiamond aggregate (~50 nm) synthesized by direct conversion of graphite under high pressure and temperature [1]. Although NPD has extremely high hardness exceeding that of single-crystalline diamond, it is difficult to obtain the large size of the NPD above 1 cm^3, because extreme high pressure conditions are required. Here we show nanodiamond polyclystalline sintered from ultradispersive nanodiamond under relatively moderate pressure and temperature conditions.

We used a multi-anvil apparatus to sinter the nanodiamonds at 8-15 GPa and 1600-2300˚C, where the diamond is thermodynamically stabilized. The starting materials were enclosed in metal capsules. The microstructures and chemical compositions of the recovered samples were examined using a field-emission scanning electron microscope with energy-dispersive X-ray spectroscopy. Well-sintered polycrystalline were subjected to the Knoop indentation test to evaluate its hardness.

We succeeded in recovering the well-sintered polycrystalline diamonds with grain size of ~10-30 nm in some runs (Figure 1). Full width at half maximum of XRD peaks decreased with increasing temperature due to the grain growth of diamond particles. The color, hardness, and grain size of the sintered polycrystalline changed depending on the capsule materials as well as the pressure and temperature conditions. These features might be affected by the porosity, the grain size, and the impurities. Further studies are required to synthesize the polycrystalline with high hardness comparable to NPD.

References: [1] T. Irifune, A. Kurio, S. Sakamoto, T. Inoue, H. Sumiya., *Nature*, **421**, 599 (2003).

キーワード：multianvil apparatus、nanodiamond、NPD
Keywords: multianvil apparatus, nanodiamond, NPD

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Thermal conductivity measurements on iron and MgO periclase at high pressure and high temperature similar to the Earth’s mid-lower mantle conditions

*長谷川 暉[1,2]、太田 健二[2]、八木 貴志[1]、廣瀬 敬[3,4]
*Akira Hasegawa[1,2], Kenji Ohta[2], Takashi Yagi[1], Kei Hirose[3,4]

1. 産業技術総合研究所、2. 東京工業大学、3. 東京工業大学地球生命研究所、4. 東京大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Tokyo Institude of Technology, 3. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institude of Technology, 4. The University of Tokyo

The thermal transport properties of the Earth’s constituents are important information to constrain the thermal evolution and the heat budget of the Earth. In particular, the thermal conductivity of the core, the largest heat source of the Earth, and the lower mantle, occupying more than half the volume of the whole Earth, are indispensable.

In recent years, thermal conductivity measurement on the sample inside the diamond anvil cell has been carried out utilizing the thermoreflectance phenomenon, the reflectance of metal changes slightly due to the temperature perturbation of several kelvin (e.g. Hsieh et al., 2009 Phys Rev B; Yagi et al., 2011 Meas Sci Technol). However, the reported temperature condition is far from that in Earth’s interior.

In this study, we combined the pulsed light heating thermoreflectance method with high power CW laser heating to obtain the thermal conductivity of material *in-situ* at high pressures and temperatures. As a result of test measurement for Pt, we obtained thermal conductivities of Pt up to 60 GPa and 2000 K, which is in good agreement with the measured values using flash heating method in a laser heated diamond anvil cell (McWilliams et al., 2015 Phys Earth Planet In).

The thermal conductivities of iron and MgO periclase were measured up to 60 GPa and 1700 K with this developed system. We found that the obtained thermal conductivities of iron and MgO have negative temperature dependence, and are consistent with the literatures (Fe: Konôpková et al., 2016 Nature; Ohta et al., 2016 Nature, MgO; Manthilake et al., 2011 Proc National Acad Sci; Dekura and Tsuchiya, 2017 Phys Rev B). The newly developed system here would be a powerful tool to examine the thermal conductivity of Earth’s deep interior.

キーワード：熱伝導率、レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセル、パルス光加熱サーモリフレクタンス法、下部マントル、コア
Keywords: thermal conductivity, laser heated diamond anvil cell, pulsed light heating thermoreflectance method, lower mantle, core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Azimuthal anisotropy in the lowermost mantle beneath Philippine from ScS-S times

*田中 聡[1]
*Satoru Tanaka[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Introduction: Seismic anisotropy in the lowermost mantle has been detected by splitting of diffracted S and ScS phases, the discrepancy of shear wave splitting of SKS and SKKS, to date. In many cases, the propagation direction of such seismic waves is restricted due to the combination of sources and receivers. Thus, the azimuthal anisotropy using ray paths passing in multi-directions has been rarely discussed. Now, seismic networks and large-scale seismic arrays have been increasing especially in the eastern Asia where there are also many earthquakes. It is a good opportunity to examine an azimuthal variation of travel times passing through the outside of the Pacific Large Low Shear Velocity Province, where the existence of anisotropy in the lowermost mantle is expected.

Data and Method: I used the seismograms of earthquakes occurred in Mariana, east China, Indonesia, and Vanuatu that are record with the seismic stations belonging to IRIS GSN and PASSCAL, Thai Metrological Department, F-net, JISNET, NECESSArray. This geometry gives a good condition that the mid-points of seismic ray paths are located near Philippine with various azimuths.I measured ScS–S differential travel times using a waveform cross-correlation method, which can effectively cancel the heterogeneity in the crust and upper mantle and the uncertainty of hypocenters. The differential travel times are compared with theoretical travel times by PREM with correction of physical dispersion due to anelasticity for the typical period of 10 s, that for ellipticity of the Earth, finally I obtained about 500 residuals. Even though I used the differential travel times, the ScS–S residuals show the large scattering and the correlation with the residuals of S travel times are much larger than that of ScS phases. This means that the raw ScS–S residuals are affected by heterogeneity in the upper part of the lower mantle where only S waves are propagated. Thus, we applied the further corrections using 3D mantle heterogeneity models.

Results and Discussion: We used S-wave 3D models of S16U6L8, S4BL16, S40RTS, SEMUCB-WM, and a P-wave 3D model of GAP-P4 with conversion rate dlnVs/dlnVp=1.7. I found that the scatter of the ScS–S residuals are much improved and that the correlation coefficient between the residuals of ScS–S and ScS are increased and that between ScS–S and S are much reduced when the GAP-P4 model are used for the correction, probably due to its high spatial resolution in the upper lower mantle. As a result, only the ScS–S residuals corrected with the modified GAP-P4 can be used to infer seismic anisotropy in the lowermost mantle.

Then I fitted cos 2qand cos 4qcurves with least square to obtain the characteristics of the azimuthal variation of the ScS–S residuals, clearly indicating that cos 2qcomponent is significant with the fastest direction (the minimum ScS–S) is along ESE-WNW (N110˚E). This can be explained if [100] axis of post-perovskite is oriented vertically and the direction of [001] axis is ESE-WNW for the incident angle of 45˚. The S-wave fastest direction is nearly parallel to the plate motion directions of the Philippine Sea plate and Sunda block. The amplitude of the azimuthal variation in the ScS–S residual is ±1.1 s, which corresponds to 1.7 % anisotropy if we assume the D” thickness of 300 km based on the previous studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

on the D” discontinuity.

キーワード：マントル最下部、地震波異方性
Keywords: lowermost mantle, seismic anisotropy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detailed 3-D S-velocity structure within D" at the western Pacific LLSVP margin: smaller scale plumes and paleoslabs

*鈴木 裕輝[1]、河合 研志[1]、ゲラー ロバート[1]、田中 聡[2]、Weerachai Siripuvaraporn[3]、Songkhun Boonchaisuku[3]、Noisagool Sutthipong[3]、石原 靖[2]、Taweoon Kim、宮川 幸治[4]、竹内 希[4]
*Yuki Suzuki[1], Kenji Kawai[1], Robert J. Geller[1], Satoru Tanaka[2], Weerachai Siripuvaraporn[3], Songkhun Boonchaisuku[3], Noisagool Sutthipong[3], Yasushi Ishihara[2], Taweoon Kim, Koji MIYAKAWA[4], Nozomu Takeuchi[4]

1. 東京大学、2. 海洋研究開発機構、3. Mahidol University、4. 東京大学地震研究所
1. The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Mahidol University, 4. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Global tomographic models of shear velocity have shown two large-scale low shear velocity provinces (LLSVPs) in D″ beneath the Pacific and Africa. It has been controversial whether these LLSVPs are due to thermal effects, chemical effects, or their combination. The nature and origin of the LLSVPs are of fundamental importance since each of the proposed geodynamical scenarios carries different implications for the thermal, chemical and dynamical evolution of the Earth. Previous seismological studies based on travel-time analysis or forward modeling inferred a sharp-sided velocity contrast of the Pacific LLSVP beneath the western Pacific and suggested that the LLSVP is chemically distinct, although the suggested structures of the western edge of the Pacific LLSVP different from each other. To better understand the origin of LLSVPs, it is essential to infer the detailed three-dimensional (3-D) velocity structure within LLSVP beneath the western Pacific. We recently deployed a seismic array stations in Thailand (Thai Seismic Array—TSAR). We assemble waveforms recorded by TSAR as well as other networks such as TM, AU, MM, and MY, allowing us to sample a wider region than previous studies. We conducted waveform inversion using ~5,300 transverse component records of this dataset for the detailed 3-D shear velocity structure in the lowermost 400 km of the mantle beneath the western Pacific. The inferred model shows a low-velocity anomaly immediately above the core-mantle boundary (CMB) and high-velocity anomalies extending vertically from 400 km to the CMB. Taken into account the previous geodynamical simulation studies, the size of the inferred low velocity anomaly suggests a thermal plume rather than a chemical anomaly. The location of the high velocity anomaly in D″ is consistent with the paleo-Izanagi plate subduction boundary about 200 Ma. This implies that a cold paleo-slab produces the strong lateral velocity contrast at the western edge of the western Pacific LLSVP. Hence, we conclude that the western margin of the Pacific LLSVP and its sharp velocity boundary can be explained mainly by thermal effects, and this implies that the lowermost mantle would be well-mixed and the Pacific LLSVP would not be geochemical reservoir.

キーワード：D" region、Pacific LLSVP、Waveform Inversion、Thai Seismic Array (TSAR)
Keywords: D" region, Pacific LLSVP, Waveform Inversion, Thai Seismic Array (TSAR)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possible interaction between the core and mantle inferred from a core surface flow model

*松島 政貴[1]
*Masaki Matsushima[1]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology

Fluid flow in the Earth's liquid outer core is responsible for the dynamo action by which the geomagnetic field is generated and maintained. The fluid flow can be estimated from geomagnetic field data, such as spatial distribution of geomagnetic field and its temporal change referred to as secular variations. This implies that spatial and temporal variations of fluid flow in the core provide information on any interaction between the core and mantle. To investigate possible core-mantle interaction, a core surface flow model is obtained from a geomagnetic field model, COV-OBS.x1 (Gillet et al., 2015) using the method of Matsushima (2015). That is, inside a viscous boundary layer at the core-mantle boundary (CMB), magnetic diffusion is assumed to significantly contribute to temporal change of geomagnetic field, and the radial dependence of core flow is expressed in terms of a spiral similar to the Ekman spiral. Below the boundary layer, magnetic diffusion is neglected as in the frozen-flux approximation, and the tangentially magnetostrophic constraint is imposed on the flow.

Any inhomogeneous structure, such as temperature or heat flux, at the CMB is likely to have a strong effect on the core flow. The inhomogeneity successively influences the flow pattern. Therefore, average of fluid flow is expected to show possible core-mantle interaction. Hence, fluid flows inside and below the boundary layer are averaged over the time from 1840 to 2015 covered by the COV-OBS.x1 model. However, mean amplitudes of upwelling and downwelling flows as well as mean horizontal flows are found to be smaller than those at respective times. This result suggests that possible thermal heterogeneity due to the lowermost mantle structure has little effect on the core surface flow; that is, compositional convection is dominant in the Earth's outer core. It should be noted, however, that there is a noticeable upwelling flow corresponding to a counterclockwise vortex beneath the south of Africa, and that the location is just outside the tangent cylinder, an imaginary cylinder parallel to the rotational axis and attached to the equator of the inner core. This may indicate that the vortex corresponds to an edge of columnar convective motion, although the other edge in the northern hemisphere is unclear.

キーワード：核ーマントル相互作用、コア表面流
Keywords: core-mantle interaction, core surface flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高温高圧条件下での金属-ケイ酸塩メルト間の希ガス分配係数の実験的決定

Determination of the noble gas partition coefficients between metal-silicate melts under high-pressure and high-temperature conditions

*田中 友崇[1]、桑原 秀治[2]、貴志 智[1]、野村 龍一[3]、三部 賢治[5]、鍵 裕之[4]、舘野 繁彦[6]、角野 浩史[1]
*Tomotaka Tanaka[1], Hideharu Kuwahara[2], Satoshi Kishi[1], Ryuichi Nomura[3], Kenji Mibe[5], Hiroyuki Kagi[4], Shigehiko Tateno[6], Hirochika Sumino[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系、2. 愛媛大学　地球深部ダイナミクス研究センター、3. 京都大学、4. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設、5. 東京大学地震研究所、6. 東京工業大学地球生命研究所
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo , 2. Geodynamics Research Center, Ehime University, 3. Kyoto University, 4. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, University of Tokyo, 5. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 6. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

Analyses of ocean island basalts reveal a geochemical reservoir characterized by unradiogenic, “primordial” noble gas signatures (e.g., high $^{3}He/^{4}He$ and low $^{40}Ar/^{36}Ar$ ratios), likely residing in the deep mantle. There has been much debate about the area holding the “primordial” noble gases deep in the Earth (Porcelli & Ballentine, 2002), including that the “primordial” noble gasses have been retained in the deepest region of the mantle since 4.4 Ga (Mukhopadhyay, 2012), or in the core since the core-mantle separation (Trieloff & Kunz, 2005; Bouhifd et al., 2013). However, the validity of latter strongly depends on the quantity of noble gases the core incorporates during accretion and can hold in the present day.
In order to investigate noble gas partitioning behavior between the core and mantle, noble gases were dissolved into metal-silicate melts under high temperature and pressure conditions, and then the samples were quenched, recovered, and analyzed for noble gas concentrations. Sample synthesis was performed at the Geodynamics Research Center, Ehime University. Noble-gas doped silicate glass and iron were melted and equilibrated under high pressure and temperature (3-6 GPa, 1700 and 1800 ˚C) using a multianvil apparatus. The sample capsule was cut and the polished surface of the section was investigated with scanning electron microscope and Raman spectroscopy. The chemical compositions of silicate and metal phases were determined with electron microprobe. And then, the noble gases in the silicate phase were extracted by an ultraviolet laser ablation apparatus and analyzed using a noble gas mass spectrometer at the University of Tokyo.
From the Raman spectra, it was found that crystallization (clinopyroxene) had occurred in samples synthesized at pressures of 6 GPa or higher, indicating that the sample quenching was not enough rapid. There is a possibility that noble gas may not be contained much in the crystallized part because a previous study showed that noble gas content in pyroxene crystal is smaller than those in glass (melt) by about 10^{-4} (Heber *et al.*, 2007). The noble gas concentrations in silicate glass phase are fairly homogeneous, even where a crack is formed during quenching. In future we will measure the noble gases in the iron part and determine the partition coefficient of the noble gases.

References: Bouhifd et al, *Nature Geoscience*. **6**, 982-986, 2013; Mukhopadhyay, *Nature* **486**, 101-104,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2012; Porcelli & Ballentine, *Rev. Mineral. Geochem.* **47**, 411-480, 2002; Trieloff & Kunz, *Phys. Earth Planet. Inter.* **148**, 13-38, 2005; Herber *et al*, *Geochim. Cosmochim. Acta*. **71**, 1041-1061, 2007

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Measurement of T-dependent electrical resistivity of solid and liquid Fe and Pt at fixed P

*Innocent Ezenwa[1], Takashi Yoshino[1]

1. Institute for Planetary Materials, Okayama University

Knowledge of the thermal and electrical conductivity of solid and liquid Fe and its relevant alloys at P and T conditions is essential for understanding the cooling history of planetary cores and modelling their dynamo. The general understanding of the electrical transport properties of the transition metals at lower P will perhaps give insight in understanding Fe behavior at the inaccessible planetary core conditions. Theoretical investigation has suggested that the electrical and thermal conductivity of solid and liquid Fe at Earth’ s core conditions are similar in value (Wagle and Steinle-Neumann, (2017). At ambient T, experimental investigation showed that hcp ε -phase of Fe becomes paramagnetic at ~18GPa while Pt is paramagnetic and crystalize fcc at ambient conditions. Since Fe and Pt have an unfilled *d*-band electronic structure and at high P both exhibits closed packed crystal structures, experimental determination of the transport properties of molten Pt at lower P conditions is important for understanding the behavior of molten Fe preceding ε -phase at ~80 GPa. We develop a technique and cell design for the investigation of the electrical resistivity of metals that keeps it free from contamination using multianvil press. And, we report measurements on Fe and Pt. The sample was kept pure by making the electrodes and the sample the same composition while the thermocouple (TC) is placed close to the sample and taking through the gasket. The major challenge of TC breakage during compression and/or heating was overcome by shielding the TC with a cylindrical hollow coiling ring made of the same composition as the TC leads. The use of current polarity reversal to eliminate biased voltage as deployed in previous studies was adopted. On Fe and Pt, resistivity increases and decreases with T and P respectively, was observed. On melting, Fe result at 3 GPa agrees with very recent data by Silber et al. (2018) which showed an increasing difference in the resistivity value of solid and liquid with increasing P. While, Pt resistivity at 3 GPa appears constant comparable to its 1 atm value.

Keywords: Electrical resistivity, Thermal Conductivity, Iron Fe

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ancient, highly depleted mantle constrained by Re-Os isotope and highly-siderophile element compositions of French Polynesian xenoliths

*秋澤 紀克[1]、石川 晃[2]、鈴木 勝彦[3]、小木曽 哲[4]
*Norikatsu Akizawa[1], Akira Ishikawa[2], Katsuhiko Suzuki[3], Tetsu Kogiso[4]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京工業大学　理学院地球惑星科学系、3. JAMSTEC　海底資源研究開発センター、4. 京都大学　大学院人間・環境学研究科
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 3. Research and Development Center for Submarine Resources, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 4. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

Mantle xenoliths, which are fragmented mantle material trapped by ascending magma, can provide lithological and geochemical information of the inaccessible mantle. In order to better understand the lithological and geochemical characteristics of the mantle, we conducted extensive sampling of mantle xenoliths throughout French Polynesia archipelago: Tahiti, Moorea, and Rurutu islands. We collected a total of 42 mantle xenoliths: 1 lherzolite, 14 harzburgites, 22 dunites, 3 wehrlites, and 2 orthopyroxenites. Here, we present whole-rock rhenium-osmium isotope and highly-siderophile element (Os, Ir, Ru, Pt, Pd, and Re) compositions in addition to whole-rock major-element compositions. Osmium isotope ratio ($^{187}Os/^{188}Os$) of the mantle xenoliths ranges from 0.1172 to 0.1464, where the harzburgites show a statistical bimodal distribution with unradiogenic ($^{187}Os/^{188}Os < 0.125$) and radiogenic ($^{187}Os/^{188}Os > 0.125$) compositions. The harzburgites with unradiogenic $^{187}Os/^{188}Os$ are depleted with regards to whole-rock major-element compositions (< 1.22 wt% Al_2O_3), and chondrite-normalized patterns of highly-siderophile elements. Considering the lithological variation of the mantle xenoliths used herein, the mantle is considerably heterogeneous beneath French Polynesia archipelago. In particular, the contrasting isotopic compositions of the harzburgites suggest different mantle reservoirs with unradiogenic and radiogenic $^{187}Os/^{188}Os$ compositions. We propose a possibility that the harzburgites with unradiogenic $^{187}Os/^{188}Os$ are impinged mantle material beneath normal oceanic lithosphere due probably to ascending plumes.

キーワード：ハルツバーガイト、ダナイト、白金族元素、TIMS、ICP-MS、全岩化学組成
Keywords: Harzburgite, Dunite, PGE, TIMS, ICP-MS, Whole-rock chemical composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

First-principles prediction of hydrogen partitioning between the core and mantle

*大場 篤朗[1]、土屋 卓久[1]
*Atsuroh Ohba[1], Taku Tsuchiya[1]

1. 愛媛大学 地球深部ダイナミクス研究センター
1. Ehime University Geodynamics Research Center

Some recent studies have reported high-P,T hydrous minerals which are stable at the core mantle boundary (CMB) pressure (Sano et al., 2008; Ohhira et al., 2016; Nishi et al., 2017). In order to elucidate the water circulation in the Earth's interior, experiments on the reaction between iron and hydrous minerals or water were also conducted (Iizuka-Oku et al., 2016; Mao et al., 2018; Clesi et al., 2018). However, the partition of hydrogen reported is different in different studies. In this study, we try estimating hydrogen partitioning between molten silicate and liquid iron under the CMB conditions based on the first principles calculation method combined with thermodynamic integration similar to our previous study (Xiong et al., 2018). Here, we assume following the exchange reaction of water between liquid iron and molten silicate is expressed as follows
(16MgSiO3+H2O) + 50Fe ⇔16MgSiO3 + (50Fe+H2O)
as a first example with ensuring the charge neutrality. Here, reaction free energy is calculated by the thermodynamic integration molecular dynamics method (Taniuchi & Tsuchiya, 2018). In the moment, simulations suggest that water prefer liquid iron. Now, additional computations are ongoing for improving numerical accuracy. The mechanism dissolving water into liquid iron is also investigated.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Microvolume stable isotope measuremetns and its applicaiton for high-pressure high-temperature experimental run products

*Madhusoodhan Satish-Kumar[1], Shinnosuke Aoyama[1]

1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University

Light elements are very important in deep earth processes. Its composition in the lower mantle and core is still not well constrained. Stable isotope composition can be effectively used as an independent proxy. Although isotope fractionation in the deep earth occur in a narrow range, the volume of light element content in the mantle and core are extremely high, which can effectively cause significant natural isotopic compositional variations. It is necessary to accurately measure the isotope composition accurately in micro to nanomole scales, because the high-pressure experimental run products are small in volume. Recent studies have predicted the presence of isotope fractionation even at lower mantle and core *P-T* conditions, especially in magma ocean environment and during the core segregation. Despite the necessity of the micro-volume stable isotope measurement, there is always a tradeoff between the accuracy and the sample size.

At Niigata University, a MAT-253 mass spectrometer (Thermo Fisher Scientific) was installed through the MEXT Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas. Carbon and oxygen isotopic compositions are measured using $CO_2$and multiple sulfur isotopic composition are measured using SF_6gas. A new micro-volume inlet system was installed and fundamental parameters such as pressure effect and capillary flow effect were tested. Using the micro-volume inlet system the minimum volume required for analysis is 1 micro-mole sample gas, and the precession for carbon and oxygen isotopic composition are better than 0.1‰. The precession for sulfur isotopes is ±0.3‰ and ±0.01‰ (1s) for $\delta^{34}S$ and $D^{33}S$, respectively, based on the repeated analyses of standard Ag_2S (IAEA S-1).Multiple sulfur isotope measurement system consists of 1) curie point pyrolyzer for rapid conversion of small volume samples to SF_6gas, 2) vacuum line system for pumping out non-condensable gasses, 3) gas chromatograph for purifying the SF_6gas and 4) micro-volume inlet system for introduction of sample gas to ionization chamber.
Multiple sulfur isotope ratios experimental run products were measured using the new system. Metal phases were separated and sulfur was extracted using Cr(II) reduction method [6]. Preliminary results indicate that S isotope fractionations occur in the pressure range of 3–5 GPa, under high-temperature conditions corresponding to the magma ocean environment. The negative $\delta^{34}S$ of mantle, can hence be explained by sulfur isotope fractionation in a magma ocean environment. Sulfur isotope measurements were also carried out on granitoid samples from the Archean with sulfide sulfur showing positive $\delta^{34}S$ values. Mass independent isotope fractionation, expressed as $\Delta^{33}S$, was also observed, suggesting that sulfur in the mantle alone cannot explain these variations. The incorporation of surface sulfur from sedimentary rocks and seawater is proposed.

Keywords: HPHT experiments, Micro-volume stable isotope measurements, Sulfur isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys at high pressure and temperature

*井上 勇人[1]、末広 翔[1]、太田 健二[1]、廣瀬 敬[2,3]、大石 泰生[4]
*Hayato Inoue[1], Sho Suehiro[1], Kenji Ohta[1], Kei Hirose[2,3], Yasuo Ohishi[4]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 東京工業大学地球生命研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、4. 高輝度光科学研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 3. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 4. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

Silicon (Si) has been repeatedly suggested to be the major light element in the Earth’s core that mainly consists of iron [1]. Alloying the light element(s) affects a variety of physical properties of iron. Electrical and thermal conductivities strongly constrain the dynamics and thermal evolution of Earth’s core and these parameters are linked by the Wiedemann-Franz law ($\kappa = \sigma LT$; κ: thermal conductivity, σ: electrical conductivity, L: Lorenz number, T: absolute temperature). However, measurements of electrical and thermal conductivities under static condition at extremely high pressures (P) and temperature (T) are limited for pure iron [2], [3]. The estimates of the core conductivity considering the effect of light element(s) have been done based on the resistivity saturation model, but the validity of the model at the core condition is unclear [4], [5].
In this study, we examined electrical resistivity (the reciprocal of electrical conductivity) of Fe-2, 4 and 6.5 wt.%Si at high P-T conditions in an internally-heated diamond anvil cell (IHDAC) up to 99 GPa and 2910 K. Our results of electrical resistivity of hcp Fe-Si alloys showed its nonlinear temperature dependence, indicating the occurrence of the resistivity saturation. The resistivity saturation in Fe-Si alloys observed in this study supports the notion of high core conductivity and resulting molten lowermost mantle and young inner core.

References: [1] Poirier: *Phys. Earth Planet. Inter.* **85**, 319-337 (1994).;[2] Ohta et al.: *Nature* **534**, 95–98 (2016).;[3] Konôpková et al.: *Nature* **534**, 99–101 (2016).;[4] Gomi et al.: *Phys. Earth Planet. Inter.* **224**, 88–103 (2013).;[5] Gomi et al.: *Earth Planet. Sci. Lett.* **451**, 51–61 (2016).

キーワード：電気伝導度、熱伝導率、地球コア
Keywords: Electrical conductivity, Thermal conductivity, Earth's core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electrical resistivity and thermal conductivity of fcc Fe: Implications for the Mercury’ s core

*五味 斎[1]、芳野 極[1]
*Hitoshi Gomi[1], Takashi Yoshino[1]

1. 岡山大学
1. Okayama University

The Mercury’ s magnetic field may be sustained by the geodynamo motion in the liquid Fe core. However, its strength is about 1% of that of Earth. This weak magnetic field may implies a partly stratified core. Gomi et al. (2013) pointed out that the geometry of the thermal stratification depends critically on the depth dependency of the thermal conductivity. In this study, we conducted first-principles calculations on the face-centered cubic (fcc) Fe to constrain the electrical resistivity and the thermal conductivity of the Mercury’ s core.

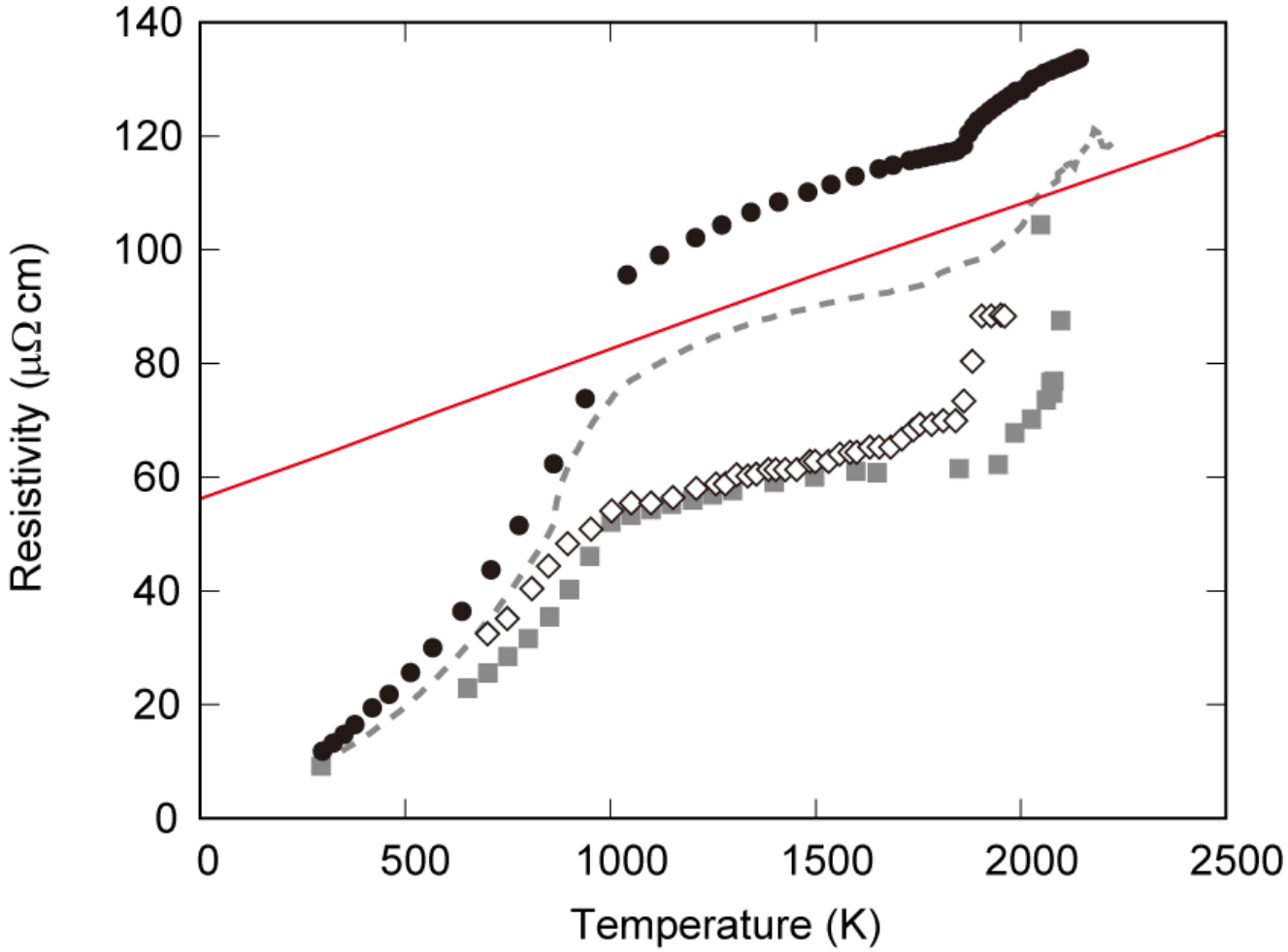
We calculated the electrical resistivity and the thermal conductivity of fcc Fe by means of the Korringa-Kohn-Rostoker method combined with the coherent potential approximation (KKR-CPA) (Akai, 1989). The CPA was adopted to treat the disorder effects due to the atomic vibrations and the magnetic fluctuations on the electronic band structure (Glasbrenner et al., 2014; Ebert et al., 2015; Kou and Akai, 2018). Within the alloy analogy model, the thermal atomic displacements were represented by a discrete set of N_v displacement vectors $\Delta R_v(T)$, where $|\Delta R_v(T)|=\sqrt{<u^2>}$ is the root mean square displacement of atoms, which is based on the Debye model without zero point vibration. The lattice parameter and the Debye temperature are obtained from the equation of state of fcc Fe (Tsujino et al., 2013). In addition to the non-magnetic state, the magnetic disorder was simulated by the local magnetic disorder (LMD) approach. The conductivity was calculated by the Kubo-Greenwood formula with the vertex correction.

The calculated electrical resistivities and thermal conductivities with LMD state are consistent with the literature data at 0 GPa (Ho et al., 1972; 1983), whereas the non-magnetic results show smaller resistivity and larger thermal conductivity. This suggests the importance of the magnetic scattering at low pressures. However, our calculation predicts that the magnetic contribution banishes at higher pressures than 20 GPa. Figure 1 compares the present results and previous experiments (gray broken line; Secco and Scholoessin, 1989, gray square; Deng et al., 2013, open diamond; Pommier, 2018, black circle; Silber et al., 2018) on the electrical resistivity at ~5 GPa. Note that, within the fcc stability field, previous measurements have a large variation. Our calculated resistivity values are between Secco and Scholoessin (1989) and Silber et al. (2018).

We further calculated the electrical resistivity and the thermal conductivity of fcc Fe up to 50 GPa and 3000 K. The thermal conductivity increases with increasing pressure and temperature. This means that, if the inner core is absent, the thermal stratification starts from the bottom, and, after the onset of the inner core, a thick thermal stratified layer may develop at the top of the fluid core (Gomi et al., 2013).

キーワード：電気抵抗率、熱伝導度、水星、核、熱成層
Keywords: electrical resistivity, thermal conductivity, Mercury, core, thermal stratification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lateral heterogeneity in the lowermost outer core (F layer) of the Earth revealed by seismic analyses

*大滝 壽樹[1]、金嶋 聰[2]、土屋 卓久[3]
*Toshiki Ohtaki[1], Satoshi Kaneshima[2], Taku Tsuchiya[3]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Geodynamics Research Center, Ehime University

We have determined seismic velocity structures of the lowermost outer core (F layer) beneath Northeast Pacific and Australia (Ohtaki and Kaneshima, 2015; Ohtaki et al., 2018), and found that the F layer is seismologically heterogeneous. These structures were obtained using a combination of two observations. First one is differential traveltimes between waves that reflect at the inner core boundary (ICB) and that graze the boundary; the second is dispersion (frequency dependence of velocity) of the grazing wave.

Our results show a somewhat strange velocity profile in the F layer beneath Australia, which has a lower-velocity-gradient layer than that of the Preliminary Reference Earth Model (PREM; Dziewonski and Anderson, 1981) on the ICB, and a higher-gradient layer just above the layer. Recent advance in high pressure research enables seismologists to translate lateral seismic velocity variation to relative chemical abundance in the outer core condition. Based on the results of Ichikawa and Tsuchiya (e.g., 2018), we showed light-element enrichment there. This result suggests that lighter fluid exists beneath Australia in the lowermost part of the liquid core, although the outer core is low-viscosity fluid.

The solid inner core of the Earth has quasi-hemispherical structure (e.g., Tanaka and Hamaguchi, 1997). As the origin of this hemispherical structure, uneven growth of the inner core has been proposed (e.g., Aubert et al., 2008; Alboussière et al., 2010; Monnereau et al., 2010). When the liquid in the outer core solidifies at the inner core surface, excess light element is partitioned to residue because the solid inner core is poorer in light elements compared with the liquid outer core. Thus, the uneven growth of the inner core is tied with an uneven release of the light elements to the F layer, which may be related to our results of the heterogeneous F layer. Then, a question arises: this heterogeneity has hemispherical structure like the inner core or local one?

We have not answered it yet because the survey areas of the above studies are restricted. Furthermore, other studies focusing F-layer velocity are not so many. Souriau (2015) determined lateral variations of velocity in the lower outer core using traveltimes of waves that turn there, and suggested that heterogeneity in F has degree-one feature. We also determined the seismic structure of the F layer beneath Antarctica using amplitude ratios between waves that turn just above the inner core and that get into the inner core. Although the resolution and reliability of structure obtained using amplitude ratios is lower than those using the method of our recent papers, the structure beneath Antarctica has a much lower velocity gradient in the F layer compared with PREM. Such a lower gradient is close to the model beneath Australia.

In this paper, we will show the summary of the heterogeneous F-layer structures of velocity and chemical abundance at this stage.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References
Alboussière, T., R. Deguen, and M. Melzani (2010), *Nature*, *466*, 744–747, doi:10.1038/nature09257.
Aubert, J., H. Amit, G. Hulot, and P. Olson (2008), *Nature*, *454*, 758–761, doi:10.1038/nature07109.
Dziewonski, A. M., and D. L. Anderson (1981), *Phys. Earth Planet. Inter.*, 25, 297–356, doi:10.1016/0031-9201(81)90046-7.
Monnereau, M., M. Calvet, L. Margerin, and A. Souriau (2010), *Science*, *328*, 1014–1017, doi:10.1126/science.1186212.
Ichikawa, H., and T. Tsuchiya (2018), J. Geography, 127, 631-646 (in Japanese with English abstract).
Ohtaki, T., S. Kaneshima, and K. Kanjo (2012), *J. Geophys. Res.*, 117, B03312, doi:10.1029/2011JB008717.
Ohtaki, T., and S. Kaneshima (2015), *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 120, 7572–7586, doi:10.1002/2015JB012140.
Ohtaki, T., S. Kaneshima, H. Ichikawa, and T. Tsuchiya (2018), *J. Geophys. Res. Solid Earth*, doi:10.1029/2018JB015857.
Tanaka, S., and H. Hamaguchi (1997), *J. Geophys. Res.*, *102*, 2925–2938, doi:10.1029/96JB03187.

キーワード：外核最下部のF層、外核の不均質、オーストラリア下F層での軽元素濃集
Keywords: F layer, lowermost outer core, Heterogeneity of the outer core, Light element concentration in the F layer beneath Australia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内核の不均一成長に伴う地球外核中の流れと軽成分分布
Flows and light element distribution in the outer core associated with heterogeneous growth of the inner core of the Earth

*竹広 真一[1]、佐々木 洋平[2]
*Shin-ichi Takehiro[1], Youhei SASAKI[2]

1. 京都大学数理解析研究所、2. 京都大学大学院理学研究科数学教室
1. Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University, 2. Department of Mathematics, Kyoto University

近年の地震波解析によると, 内核内の地震波速度の東西不均一な分布が明らかにされ, ICB での相変化が水平一様に生じてはいないという 議論が提唱されるようになった. この観測結果から単純に考えると, 固化半球側の ICB 直上では温度が低く軽成分濃度が高くなり, 溶融半球側で逆に温度が高く軽成分濃度が低くなることが予想される. すなわち, 内核内部の東西不均一分布と ICB 直上の外核内での 熱力学的諸量との相関がみられそうである, しかしながら, 最新の地震波の解析では ICB 直上での地震波速度異常分布は内核内の東西非対称構造とは一致していないことが報告されている.

内核の不均一成長の説明を試みとして外的要因と内的要因の メカニズムがこれまでに提案されてきている. 外的要因説は, 核マントル境界 (CMB) での水平不均一な熱的構造が 外核内に水平熱対流を引き起こし, ICB に水平不均一な温度分布をもたらすと考えるものである. しかしながら, この研究では温度と軽成分をまとめた共密度(co-density)を 用いており, ICB 直上での軽成分分布がどのようになるかが明らかでない. 一方, 内的要因説は, 相変化境界を伴う内核の自発的な不安定性により 横ずれ流れが内核内部に生じるものである. しかしながら, この研究では外核の軽成分がすぐに混合され一様であることを 仮定していおり, ICB 直上での軽成分分布がどのようになるかが明らかでない.

そこで本研究では, 温度と軽成分濃度を独立変数とする回転球殻内の熱組成対流 モデルを用いて, 外的要因および内的要因のそれぞれのストーリーに 沿った熱組成対流の数値実験を行う. 得られる ICB 付近での軽成分濃度分布と 地震波異常分布と比較することにより, もっともらしい外核内の熱組成対流の レジームについて議論する.

キーワード：異方性、内核、核マントル境界
Keywords: Heterogeneity, Inner core, Core-mantle boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sharpness of the hemispherical boundary in the inner core beneath the northern Pacific

*入谷 良平[1]、川勝 均[1]、竹内 希[1]
*Ryohei Iritani[1], Hitoshi Kawakatsu[1], Nozomu Takeuchi[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo

The hemispherical heterogeneity in the topmost of the Earth’ s inner core, faster velocity and higher attenuation in the eastern hemisphere and slower velocity and weaker attenuation in the western hemisphere, has been revealed by seismological studies. However, how the transition structure between two hemispheres looks like has not been known because of the difficulty to analyze complex core-sensitive data and the limitation of earthquake and seismic array distribution. In this study, we apply the array-based waveform inversion (Iritani et al., 2014) to core phase data that propagate beneath the northern Pacific, and investigate the nature of the transition structure in this region.Dataset used in this study consists of two directional event-station pairs, seismograms observed by the permanent European stations for events at Fiji-Tonga region, and USArray for events near Indonesia. We analyze the broadband vertical component of core phase data containing PKIKP and PKP phases (i.e. the epicentral distance between 145 –155 degree). Resultant analyzed waveforms for EU stations and USArray are 2,108 and 1,172 traces respectively.
In the analysis, waveform inversion approach is employed for each event data to measure traveltime and attenuation in the inner core. As a result, traveltime anomalies observed by EU stations show obvious positive anomaly suggesting mainly propagating the eastern hemisphere, while traveltimes observed by USAray show relatively smaller (or no) anomalies suggesting effects from both of hemispheres. On the other hand, attenuation parameters for both arrays show similar trend that suggests high attenuation corresponding to the eastern hemisphere. To investigate a hemispherical transition boundary in the sampled region, we conduct a ray theory based forward modeling of traveltimes by changing a shape of boundary from meridian boundary to eyeball shaped boundary, and its position. We compute root-mean-square (RMS) of residual between observations and theoretical traveltimes computed with each boundary model. Then, an eyeball shaped boundary, that is located at longitude of 158°W on the equatorial line and latitude of 80°N at the northernmost point, obtained as the preferred boundary model. Finally, we investigate a sharpness of the boundary by varying a width of hemispherical transition. We assume linear variation from the eastern and western hemisphere in a given width and compute RMS. As a result, a width of 600 km at the surface of the inner core shows smaller RMS than sharp boundary. Geophysical significance of this finding will be further discussed.

キーワード：Inner core、Waveform inversion
Keywords: Inner core, Waveform inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stable carbon isotope fractionation in Fe-C system from first principles

*出倉 春彦[1]、土屋 卓久[1]
*Haruhiko Dekura[1], Taku Tsuchiya[1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Geodynamics Research Center, Ehime University

Carbon is the fourth most abundant element in the solar system and likely one of the constituent light elements in the Earth’s core. Determination of its equilibrium isotope fractionation factor (α) under high pressure (P) and temperature (T) is a key for understanding chemical evolution such as the whole Earth carbon distributions and the amount in the Earth’s core (e.g., Kumar et al., 2011). Because experimental measurement of the isotope fractionation remains technically challenging at the deep mantle condition, attempts to evaluate the α among mantle minerals by first-principles calculations have been made in recent years (e.g., Huang et al., 2014). Recently, our group initiated the theoretical determination of the α in the Fe-C system in the Earth’s deep interior with a full ab initio approach based on the density-functional theory. We performed ab initio lattice dynamics calculations for diamond and iron-carbide (hexagonal Fe7C3) having the two stable carbon isotopes (12C and 13C). The α between the two phases were then determined by using the Gibbs free energies calculated at P ~300 GPa and T ~2000-6000 K. The obtained $10^3 \ln \alpha$ dia-Fe7C3 is found to vary with T from ~+8‰ (2000 K) to ~+5‰ (6000 K). This result indicates that the Fe7C3 is enriched in the heavier isotope (13C) compared with diamond. This trend is qualitatively consistent with low-pressure experimental observations (Kumar et al., 2011).

キーワード：Isotope fractionation、First-principles calculation
Keywords: Isotope fractionation, First-principles calculation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)、座長:大坪 誠(産業技術総合研究所　地質調査総合センター　活断層・火山研究部門)

日本列島を含めた東アジアを中心とした地域の地質学的研究を核に、地球物理を初めとする様々な研究成果とそれに基づく議論により、その地域の地質構造などの地球科学的実体を明らかにする．更にそこから、日本列島、東アジアにおける地質構造の検討や、その構造発達史の解明を目指す。

9:00 ~ 9:15

[SGL28-01] 島根県津和野地域の舞鶴帯に産する古原生代および古生代花崗岩複合岩体の岩相とジルコンU-Pb年代

*木村 光佑[1]、早坂 康隆[1]、柴田 知之[1]、川口 健太[1]、藤原 弘士[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

9:15 ~ 9:30

[SGL28-02] 日高帯北部から得られた新しいZircon U-Pb年代とそのテクトニックな意義

*七山 太[1,5]、山崎 徹[1]、田近 淳[2]、岩野 英樹[3]、檀原 徹[3]、平田 岳史[4] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.（株）ドーコン、3.京都フィッショントラック(株)、4.東京大学、5.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

9:30 ~ 9:45

[SGL28-03] 日高帯中に見いだされた後期漸新世を示す海成層とそのテクトニックな意義

*七山 太[1,6]、栗田 裕司[2]、山崎 徹[1]、田近 淳[3]、岩野 英樹[4]、檀原 徹[4]、平田 岳史[5] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.新潟大学、3.（株）ドーコン、4.京都フィッショントラック(株) 、5.東京大学、6.熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター)

9:45 ~ 10:00

[SGL28-04] 東北日本の上部白亜系前弧海盆堆積物に記録された海水準変動とテクトニクス

*有元 純[1]、高嶋 礼詩[2]、西 弘嗣[2]、折橋 裕二[3]、山中 寿朗[4] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学学術資源研究公開センター、3.弘前大学理工学部地球環境防災学科、4.東京海洋大学)

10:00 ~ 10:15

[SGL28-05] 四万十帯白亜紀セノマニアン付加体の整然相における古応力解析

*橋口 誠[1]、橋本 善孝[1] (1.高知大学)

10:15 ~ 10:30

[SGL28-06] 付加体における石灰岩の保存とテクトニクス

*脇田 浩二[1] (1.山口大学大学院創成科学研究科)

島根県津和野地域の舞鶴帯に産する古原生代および古生代花崗岩複合岩体の岩相とジルコンU-Pb年代

Lithology and zircon U-Pb geochronology of Paleoproterozoic and Paleozoic granitic complex in Maizuru Terrane from Tsuwano area, Shimane Prefecture, SW Japan

*木村 光佑[1]、早坂 康隆[1]、柴田 知之[1]、川口 健太[1]、藤原 弘士[1]
*Kosuke Kimura[1], Yasutaka Hayasaka[1], Tomoyuki Shibata[1], Kenta Kawaguchi[1], Hiroshi Fujiwara[1]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻
1. Hiroshima University

Maizuru Terrane is geographically distributed from Oshima Peninsula of Fukui Prefecture to western Shimane Prefecture, Southwest Japan. Maizuru Terrane is divided into three subzones, the Northern zone, Central zone, and Southern zone. Northern zone is mainly composed of granitic rocks and metamorphic rocks that derived from continental crust, and Siluro-Devonian granitoids have been reported from Maizuru-Oe area which is the type locality of the Maizuru Terrane (Fujii et al., 2008; Tsutsumi et al., 2014). Recently, Kimura et al. (2018) reported granitic complex from Tsuwano area, Shimane Prefecture. This complex contains not only Paleozoic granitoid that show same age of the Maizuru granite but also the late Paleoproterozoic granitoid and orthogneiss those are unreported so far from the basement rock distributed in Honshu island.

The granitic complex occurs in Tsuwano area is distributed discontinuously along with the northern margin of Maizuru Terrane, and about 2 km long. This complex occurs as lenticular blocks in a narrow zone of several hundred meters in width. This complex is mainly composed of granitic rocks and mafic rocks that intruded into granitic rocks, and suffered cataclasis in the major part. From the viewpoint of their age and lithology, this granitic complex could be divided into three groups, which are as follows:

1) early Paleoproterozoic metaquartzite: Quartz completely recrystallized and doesn’t show the dust rim. Grain boundary shows sutured texture. Detrital zircon grains show reddish brown color and rounded shape. Zircon U-Pb concordant ages are only older than 2.4 Ga, and the probability density curve shows two large peaks around 2.5 Ga and 2.7 Ga.

2) late Paleoproterozoic granitoids and orthogneiss: These rocks are most common in the granitic complex. These rocks show various lithology. Orthogneiss show banded structure and granoblastic texture. Zircon grains show reddish brown color and core-rim structure, and zircon U-Pb ages range 1.85-1.83 Ga. Furthermore, 2.8-2.05 Ga inherited ages are also yielded.

3) early Paleozoic rocks: These Paleozoic rocks are less in amount than Paleoproterozoic rocks in Tsuwano area. Paleozoic rocks are subdivided into plutonic rocks and volcaniclastic rocks. Plutonic rocks are leucocratic granodiorite and metagabbro. Their zircon U-Pb ages range from 423-411 Ma. On the other hand, volcaniclastic rock is felsic tuff that shows light brown to light greenish gray color, and this lithology varies from glassy to crystalline. Zircon U-Pb ages range from 424-413 Ma.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Metaquartzite have only older than 2.4 Ga concordant ages in spite of 1.85 Ga rocks are most common in this granitic complex. Therefore, the sedimentation age of metaquartzite is considered to be between 2.4 to 1.85 Ga. On the other hand, detrital monazite and zircon ages reported from orthoquartzite pebble that occur in the conglomerate layer of Tetori and Muro groups show 1.8 Ga peak (Yokoyama et al., 2002; Hisada et al., 2010). Therefore, metaquartzite occur in Tsuwano area have a different origin that of these orthoquartzite pebbles.

Ages of 2.7, 2.5 and 1.8 Ga that measured from metaquartzite and late Paleoproterozoic rocks are consistent with similar rocks reported from North China Craton.

Zircon U-Pb ages of early Paleozoic rocks range from ca. 424-411 Ma. These ages and occurrence of this granitic complex are consistent with that of Northern zone from Maizuru-Oe area. Therefore, the granitic complex of Tsuwano area can be compared with Northern zone of Maizuru Terrane.

Reference: Fujii et al. (2008) Island Arc, 17, 322-341. Tsutsumi et al. (2014) JMPS, 101, 289-298. Kimura et al. (2018) 125th Annu. Meet. Geol. Soc. Japan, Abstr, R5-O-23. Yokoyama et al. (2002) Research Report of the Mesozoic Tetori Group in the Tedori River Area, Ishikawa Prefecture, 57-70. Hisada et al. (2010) JpGU Meeting 2010 Abstr., SGL046-03.

キーワード：西南日本内帯、津和野地域、舞鶴帯北帯、古原生代花崗岩類、ジルコンU-Pb年代、北中国地塊
Keywords: Inner Zone of Southwest Japan, Tsuwano area, Northern zone of Maizuru Terrane, Paleoproterozoic granitoid, Zircon U-Pb age, North China Craton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日高帯北部から得られた新しいZircon U-Pb年代とそのテクトニックな意義

Tectonic significance of new Zircon U-Pb ages of sedimentary complexes in the northern Hidaka Belt, central Hokkaido, northern Japan

*七山 太[1,5]、山崎 徹[1]、田近 淳[2]、岩野 英樹[3]、檀原 徹[3]、平田 岳史[4]
*Futoshi Nanayama[1,5], Toru Yamasaki[1], Jun Tajika[2], Hideki Iwano[3], Tohru Danhara[3], Takafumi Hirata[4]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. （株）ドーコン、3. 京都フィッショントラック(株)、4. 東京大学、5. 熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Docon Co. Ltd, 3. Kyoto Fission-Track Co.Ltd, 4. Tokyo Univ., 5. CWMD, Kumamoto Univ.

北海道中軸部の日高帯は本邦において最も研究が遅れている地域の一つであり，その堆積年代やテクトニックセッティングについては明確にはされてこず，漠然と西南日本の四万十帯のような後期白亜紀の付加体と考えられてきた（例えば，君波ほか，1986；田近，1989）．今回，東部の瑠橡層，中央部の上興部層および西部の岩尾内フリッシュのタービダイト砂岩からジルコン粒子を抽出し，LA-ICP-MS法でU-Pb年代の測定を行った．その結果，瑠橡層からは52.4 ±0.5 Ma，上興部層からは54.9 ±0.3 Ma，岩尾内フリッシュからは47.3 ±0.5 Maの年代値がそれぞれ得られた．既にNanayama et al. (2018)が示した日高帯南部の年代情報を含めて日高帯全体を俯瞰的に考察すると，以下4点が明らかになってきた．

(1)日高帯に分布する砕屑岩類（日高累層群）は暁新世～前期始新世の年代範疇にある．

(2)日高帯は東西幅100 km以上に渡って広大に分布するが，その内部構造や年代差は明確ではなく，従来の東方へ若くなる付加体成長モデルでは説明できない．

(3)今回年代が得られた3帯には有意な年代差が認められないことから，それらに伴われる現地性玄武岩（N-MORB）を宮下ほか（1997）等の海嶺沈み込みモデルで説明するならば，1回のイベントのみで説明可能となる．

(4)日高累層群は暁新世～前期始新世に古日本弧と古千島弧の狭間の海域を埋積したタービダイト相主体の堆積体であり，47 Ma以降に，両者の接合に伴い著しく変形を伴ったcollision complex（Nanayama et al., 1993）と考えるのが妥当であろう．

本研究はJSPS科研費 16K05585の助成を受けたものである．

（引用文献）君波ほか，1986，地団研専報，no. 31, 137-155. 宮下ほか，1997，地質学論集，no. 47，307-323.　Nanayama et al., 1993, Palaeogeography, Palaeoclinatology, Palaeoecology, 105, 53-69. Nanayama et al., 2018, Island Arc, 27, e12233. 田近，1989，月刊地球，11 , 323-327.

キーワード：堆積年代、日高帯、日高累層群、LA-ICP-MS、ジルコンU-Pb年代、collision complex
Keywords: Depositional age, Hidaka Belt, Hidaka Supergroup, LA-ICP-MS, zircon U-Pb age, collision complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日高帯中に見いだされた後期漸新世を示す海成層とそのテクトニックな意義

New age constraints and tectonic significance of Late Oligocene marine biosiliceous deposits in the Hidaka Belt, northeastern Hokkaido, northern Japan

*七山 太[1,6]、栗田 裕司[2]、山崎 徹[1]、田近 淳[3]、岩野 英樹[4]、檀原 徹[4]、平田 岳史[5]
*Futoshi Nanayama[1,6], Hiroshi Kurita[2], Toru Yamasaki[1], Jun Tajika[3], Hideki Iwano[4], Tohru Danhara[4], Takafumi Hirata[5]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 新潟大学、3. （株）ドーコン、4. 京都フィッショントラック(株) 、5. 東京大学、6. 熊本大学　くまもと水循環・減災研究教育センター
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Niigata Univ., 3. Docon Co. Ltd, 4. Kyoto Fission-Track Co. Ltd, 5. Tokyo Univ., 6. CWMD, Kumamoto Univ.

北見紋別地域に分布する立牛層は珪質泥岩主体の地層からなるが，これまでは周辺の上古丹層や瑠橡層と共に日高帯（日高累層群）に含められていた（田近・岩田, 1994）．今回，立牛層のタービダイト砂岩から砕屑性ジルコン粒子を分離し，LA-ICP-MS法でU-Pb年代を測定した．その結果，27.2 ±0.1 Ma（後期漸新世）を示す年代値が得られた．一方各種微化石検討の結果，立牛層から後期漸新世を示準する渦鞭毛藻化石の産出が明らかにされた．よって， 27.2 ±0.1 Maは立牛層の堆積年代に近い年代値と理解される．これまで周辺の日高累層群からは暁新世～前期始新世の放散虫化石や渦鞭毛藻化石の産出報告があるが，これらと立牛層の年代の間には有意な年代差が存在する．北海道東部の地質を俯瞰的に見た場合，立牛層は根室帯と常呂帯の境界をなす網走構造線に沿って分布する津別・川上両層群下部（栗田ほか, 1998）に，年代的にも岩相的にも対比されうる．また，日高帯においては，同時代の堆積物は襟裳岬地域の日高累層群（襟裳コンプレックス）に近接する襟裳層にのみにその存在が知られていた（栗田・楠，1997）．立牛層と襟裳層は，後期漸新世の右横ずれ構造運動によって，基盤の日高累層群中に南北に生じた右横ずれのプルアパートベースンを埋めるようにして発生したと考えられる．特に立牛層には湧昇流によって生じた珪質泥岩層が卓越すること，ならびにタービダイト砂岩層中には海緑石が産出することから，千島海盆の開口によってオホーツク海から流入した底層深層水の湧昇の影響を被った陸棚周辺の堆積物であった可能性がある．

本研究はJSPS科研費16K05585の助成を受けたものである．

（引用文献）栗田・楠，1997, 地質学雑誌, 103, 1179-1182. 栗田ほか, 1998, 石油資源開発株式会社技術研究所研究報告, no. 13, 11-31. 田近・岩田, 1994, 月刊地球, 16, 495-499.

キーワード：LA-ICP-MS U-Pb年代、後期漸新世、立牛層、日高帯、日高累層群、渦鞭毛藻化石
Keywords: LA-ICP-MS U-Pb age, late Oligocene to early Miocene, Tatsuushi Formation, Hidaka Belt, Hidaka Supergroup, Dinoflagellate cysts

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北日本の上部白亜系前弧海盆堆積物に記録された海水準変動とテクトニクス

Late Cretaceous sea-level changes and tectonic history recorded in the forearc sedimentary successions of the Northeast Japan

*有元 純[1]、高嶋 礼詩[2]、西 弘嗣[2]、折橋 裕二[3]、山中 寿朗[4]
*Jun Arimoto[1], Reishi Takashima[2], Hiroshi Nishi[2], Yuji Orihashi[3], Toshiro Yamanaka[4]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学学術資源研究公開センター、3. 弘前大学理工学部地球環境防災学科、4. 東京海洋大学
1. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. The Center for Academic Resources and Archives, Tohoku University, 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Hirosaki University, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology

白亜紀の東アジア大陸縁辺域のテクトニクスの解明は，日本列島の形成やユーラシア大陸との陸上生物相の繋がりを知るために重要である．特に，後期白亜紀の東北日本の地史を理解する鍵となるのが，常磐地域から北海道・サハリンにかけて南北に広がる前弧海盆に形成された，上部白亜系～古第三系堆積岩類である．陸域に露出する代表的な地層群として，双葉層群，久慈層群，蝦夷層群などが知られるが，中でも浅海～非海成相の発達する久慈層群および双葉層群は，相対的海水準変動の強い影響下で形成されたと考えられている．相対的海水準変動は，1) 汎世界的な海水準変動，および2) 堆積盆のテクトニックな隆起・沈降の両方に支配される．しかし，久慈層群の既往研究においては，地質年代が詳細に制約されていなかったことから，両者の関係については不明な点が多かった．これに対し，本研究では久慈層群における新たな堆積年代の制約を提示し，東北日本の上部白亜系の広域対比の再解釈に基づいて，後期白亜紀の東アジア大陸縁辺に記録されたテクトニクス，および汎世界的海水準変動との関係を明らかにすることを目的とする．

久慈層群は，岩手県北部の太平洋沿岸部に沿って帯状に分布し，全層厚は約700 mに達する．砂質シルト岩，炭質泥岩，砂岩，礫岩の互層からなり，複数層準に炭層，および珪長質凝灰岩層を挟む．下位の先白亜紀付加体と前期白亜紀花崗岩類を不整合に覆い，上位は古第三系野田層群に平行不整合に覆われる．下位より玉川層（浅海～非海成），国丹層（海成），沢山層（非海成）に区分され，全体として少なくとも4回の上方細粒化傾向がみられる．これらは先行研究の詳細な堆積相解析と年代層序をもとに，第3オーダーの海水準変動に由来する堆積シーケンス（DS1～DS5）に位置づけられている（三塚・安藤, 2016）．

久慈層群における，炭素同位体比層序と凝灰岩のU–Pb放射年代を根拠とする新たな年代モデルに基づくと，DS1～DS5は上部白亜系チューロニアン階～カンパニアン階に対比される．特に久慈層群のDS2～DS4は，同じ堆積盆西縁部に位置する双葉層群（コニアシアン階～サントニアン階）の堆積シーケンス（安藤ほか, 1995）と対比される可能性が高いことが，新たな年代モデルから明らかとなった．DS1～DS4に認められる海水準変動のサイクルは，チューロニアン期中期～カンパニアン期前期における第2・第3オーダーの全球的海水準変動（Haq, 2014）と調和的である．一方，久慈層群沢山層（カンパニアン階）に相当するDS5は，最大層厚200 mに達する非海成相（網状～蛇行河川相）を主体とし，カンパニアン期前期に顕著な陸化が起きたことを示している．また，北方に隣接する亜堆積盆で形成された蝦夷層群においても，函淵層（カンパニアン階; 辻野, 2009）において浅海相が顕著に発達する．これらの陸化・浅海化は，同時期の汎世界的な海水準の上昇傾向を反映していないことから，カンパニアン期前期の東北日本前弧堆積盆の広範囲な隆起に起因すると考えられる．このような造構運動の背景には，海洋プレートの運動方向の変化（e.g. Ando, 2003）などの関与が想定されており，本研究結果は後期白亜紀の東アジア大陸縁辺における重要なテクトニックイベントに新たな年代の制約を与える．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献：
安藤寿男ほか, 1995, 地学雑誌104, 284–303.; Ando, H., 2003, *Journal of Asian Earth Sciences* 21, 921–935.; Haq, B., 2014, *Global and Planetary Change*113, 44–58.; 三塚俊輔，安藤寿男, 2016, 日本地質学会第123年学術大会講演要旨,205.; 辻野泰之, 2009, 地質学雑誌115, 122–129.

キーワード：後期白亜紀、東北日本、前弧海盆、久慈層群、シーケンス層序、テクトニクス
Keywords: Late Cretaceous, Northeast Japan, forearc basin, Kuji Group, Sequence stratigraphy, tectonics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四万十帯白亜紀セノマニアン付加体の整然相における古応力解析
Paleo-stress analysis in coherent zone, an exhumed Cretacesou accretionary complex, Shimanto Belt, in Konan city and Geisei villege, Kochi prefecture, SW Japan

*橋口 誠[1]、橋本 善孝[1]
*Makoto Hashiguchi[1], Yoshitaka Hashimoto[1]

1. 高知大学
1. Kochi University

地震サイクルに伴って沈み込み帯の応力場が逆断層と正断層で入れ替わることが東北地方太平洋沖巨大地震で観測され（たとえば、Asano et al., 2011）、陸上付加体においても同様の変化が古応力解析によって得られている(Hashimoto et al., 2014)。しかし、陸上付加体では海岸線に露出するメランジュ相のみを対象としている。そこで本研究では、整然相に着目しさらに面的な変化を検討するために、メランジュ相に隣接する内陸の整然相の古応力解析を行い、応力の交換が記録されているか確かめることを目的としている。

調査地域は高知県香南市夜須町と芸西村で、地質は四万十帯北帯に位置する。調査地域の地質は北側がコヒーレント相、南側がメランジュ相である。コヒーレント相は主に砂岩と泥岩の互層から成り、場所によっては１０m以上の厚い砂岩のみが分布することもある。層理面の走向傾斜はN37°E75°S程度である。コヒーレント相の年代は堆積物の放射性同位体測定から、セノマニアンーカンパニアン（100 Maー72 Ma）と報告されている［Taira et al., 1988］。小断層データはスリッケンラインとスリッケンステップから測る。ラインからすべりの方向を、またステップからすべりのセンスを決定することができる。本研究では、コヒーレント相の小断層のすべりデータを取得し、小断層解析に用いた。小断層解析の結果、６つの応力場（stress１，２，３，４，５，６）が推定された。その中でも個々の応力にのみ見出される固有の小断層の割合が多い４つの応力（stress1，3，５，６）について議論する。stress2とstress4は固有断層の数が少なく，かつ応力成分が横ずれ的であるので主要な応力解として扱わない。stress1はNW-SE方向に低角なσ_1と高角なσ_3、stress3はNW-SE方向に低角なσ_1とN方向に高角なσ_3、stress5はNE方向にやや高角なσ_1とE方向にやや低角なσ_3、stress6は高角なσ_1とNE方向に低角なσ_3である。stress1、stress3は低角なσ_1と高角なσ_3を持つため、応力状態は逆断層である。stress5はやや高角なσ_1とσ_3を持ち，断層の種類を断定することが難しい。stress6は高角なσ_1と低角なσ_3を持つため、応力状態は正断層である。stress1,3とstress6のように応力状態が逆断層と正断層の両方の応力場が確認された。地震が起こることにより逆断層から正断層に応力場が変化しているならば、水平圧縮応力は逆断層から正断層に移る際に応力が減少しているはずである。水平圧縮応力が減少しているか調べるため、stress porygonを使い応力の大きさを制約した。具体的には、応力解をS_{Hmax}, S_{hmin}, Svの３成分に分解し、応力比の４つの式で連立方程式を解くと、S_{Hmax}とS_{hmin}の１次関数の式が得られる。その式とストレスポリゴンが重なるところから応力の大きさを制約する。応力の大きさのとり得る範囲を次に述べる。逆断層のstress1はS_{Hmax}が169-320MPa, S_{hmin}が140-280MPa,同じく逆断層のstress3はS_{Hmax}が251-320MPa, S_{hmin}が140-169MPa, 正断層のstress6はS_{Hmax}が94-140MPa, S_{hmin}が82-115MPaの範囲をとった。stress5はやや高角なσ_1とσ_3を持ち、断層の種類を断定することが難しかったため、正断層，逆断層，横ずれ断層の全ての範囲で見る。応力の大きさのとり得る範囲はS_{Hmax}が85-320MPa, S_{hmin}が82-241MPa,となった。逆断層と正断層の応力の大きさの範囲に注目すると、正断層より逆断層の応力が大きいことが分かり、応力の交換が地震サイクルとする解釈と整合的といえる。次に逆断層から正断層に変化したと仮定し、せん断応力の差（stress drop）の妥当性を検討した。stress dropは逆断層のモール円の半径から正断層のモール円の半径を引いた値である。モール円の半径は（S_{Hmax}ーS_{hmin}）/2で求められる。stress1とstress6のstress dropは1.8-14.0 MPaである。stress3とstress6のstress dropは43-63MPaである。stress5は断層のタイプを決めることができなかったため、議論を省略する。［Susan L. et al., 2018］では，地球物理学的に観測された海溝型地震のstress dropの分布はおよそ0.01-100MPaの範囲であった。求めたstress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

dropがどちらも0.01-100MPaの範囲の中に含まれているため、あり得ない規模の地震ではないことが分かった。以上より、逆断層と正断層の応力の大小関係とstress dropの妥当性から、メランジュ相で確認された地震サイクルに伴う応力の交換が整然相でも起こっているという可能性が支持された。メランジュ相で観測された応力の交換が整然相でも記録されているということは、メランジュ相とコヒーレント相が隣接したあとに応力の交換（地震）を記録している可能性が高いと考える。すなわち今回見ている小断層は臨界応力状態の付加体内部で活動したものであることを示唆する。

キーワード：古応力解析、付加体、四万十帯
Keywords: Paleo-stress analysis, accretionary complex, Shimanto Belt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

付加体における石灰岩の保存とテクトニクス
Relationship between accretion of limestone blocks and subduction tectonics in Japan

*脇田 浩二[1]
*Koji Wakita[1]

1. 山口大学大学院創成科学研究科
1. Yamaguchi University

付加体は、基本的に海洋プレート層序から構成されていることは、多くの研究者によって明らかにされてきた.ただし、海洋プレート層序において、石灰岩と玄武岩が担う役割は特別である。海洋底玄武岩の上に堆積して整然とした層序をなすチャートや珪質泥岩と異なり、海底火山の山頂部で形成され、付加体に取り込まれるため、本当の意味で、”層序“をなしているわけではない。しかも、他の深海堆積物や海溝充塡堆積物と異なり、付加体にどのように取り込まれるのかは、現在の付加プリズムを研究しても、その答えは得られていない。秋吉帯では、石炭紀からペルム紀に形成された秋吉石灰岩が海溝で崩壊し、付加体中に取り込まれたと解釈されている。確かに、日本海溝などでは、第1鹿島海山が海溝で崩壊し、岩塊となって崩れている様子が観察できる。しかし、残念なことに、これらの礁成石灰岩の崩壊堆積物は、造構性侵食場である日本海溝沿いでは、付加体に取り込まれることなく、地下深部までもたらされてしまう。一方、付加体を形成する南海トラフ沿いの収束境界では、固結した海底火山が水をたっぷり含んだ付加体構成堆積層の中に”押し入り”、付加プリズム側を崩壊させたのち、海洋プレートと共に、地下深部まで沈み込んでゆく。このように見ていくと、現在の収束境界において、海底火山上の礁成石灰岩を付加体の中に取り込むことは、困難なように思える。しかし、現実に、日本の付加体には、海底火山上の石灰礁を起源とするとみなされている石灰岩が、多く知られている。この謎を解明するために、石灰岩を含む付加体の特徴を検討してみることにした。日本の石灰岩は、大きく分けると３つの地質体に分布している。古い方から、中-後期ペルム紀の付加体（秋吉帯）、中期ジュラ紀の付加体（美濃帯の舟伏山ユニットなど）、前期白亜紀の付加体（秩父帯南帯の三宝山ユニット）である。石灰岩を含むこれらの地質ユニットは、ある地質帯の最後かあるいは、それに近い時代に形成されたという共通点がある。この不思議な符合は、何を意味するのであろうか？これまで付加体のギャップは、海嶺の沈み込みや造構造性侵食などが原因として推定されている。しかし火成作用の変遷も重要である。砕屑性ジルコンによる研究によって、付加体が存在しないギャップと砕屑性ジルコンの量が著しく減少する傾向が一致することが判明した。ここの砕屑性ジルコンの減少は、ジルコンを供給する火成作用が、堆積物を供給する場から遠ざかったことを意味している。これは, 海台の沈み込みなどによって引き起こされるスラブの低角沈み込みと、それに伴う火山フロントの大陸側への後退などが要因として考えられる.このように低角沈み込みなどの特殊な状況が、石灰岩の海溝部での付加に何らかの関わりがあった可能性がある。

キーワード：石灰岩、付加体、海台
Keywords: limestone, accretionary complex, oceanic plateau

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)、座長:細井 淳(産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門)

日本列島を含めた東アジアを中心とした地域の地質学的研究を核に、地球物理を初めとする様々な研究成果とそれに基づく議論により、その地域の地質構造などの地球科学的実体を明らかにする．更にそこから、日本列島、東アジアにおける地質構造の検討や、その構造発達史の解明を目指す。

10:45 ~ 11:00

[SGL28-07] 鳥取層群からの断層で隔てられた堆積盆境界の発見とその意義

*丸山 祐太[1] (1.島根大学)

11:00 ~ 11:15

[SGL28-08] 高分解能音波探査記録に基づく島根半島沖の第四紀の断層活動

*田中 雅章[1]、松田 典大[1]、中村 克[1]、清水 雄一[1]、島崎 裕行[2]、畑山 一人[2] (1.中国電力株式会社、2.総合地質調査株式会社)

11:15 ~ 11:30

[SGL28-09] 中部日本の前期中新世堆積物の古地磁気方位とそのテクトニックな意義

*星 博幸[1]、松尾 卓郎[2] (1.愛知教育大学自然科学系理科教育講座地学領域、2.愛知県立刈谷高等学校)

11:30 ~ 11:45

[SGL28-10] 富山県八尾地域の新生界年代層序の再検討とテクトニクス

*中嶋 健[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、山下 透[2]、柳沢 幸夫[1]、谷村 好洋[3]、渡辺 真人[1]、佐脇 貴幸[1]、中西 敏[4]、三石 裕之[4]、山科 起行[4]、今堀 誠一[5] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.京都フィッショントラック（株）、3.国立科学博物館、4.JX石油開発（株）、5.JX石油開発テクニカルサービス（株）)

11:45 ~ 12:15

Discussion

鳥取層群からの断層で隔てられた堆積盆境界の発見とその意義
Discovery of faulted basin margin from the middle Miocene Tottori Grope, Tottori Prefecture, Southwest Japan and its significance

*丸山 祐太[1]
*Yuta Maruyma[1]

1. 島根大学
1. Shimane Umiversity

山陰地方には湾入部と呼ばれる，ほぼ南北から，北東一南西方向に伸びる中新世の堆積盆が存在しており，それらを日本海拡大に伴って形成されたオラーコジン，西南日本の回転以前に拡大軸に平行に割れた盆地，と見なすアイデアが出されているが，その発達については未解明のままである．こうした盆地の形成を正しく理解することは，日本海拡大に伴う堆積盆の発達，ひいては日本海の拡大に伴う西南日本の変形を正しく理解することにつながる．これらの盆地の発達が未だ理解されずに至っている理由は，こうした盆地を埋める地層に対する堆積地質学的研究，年代学的研究が少ないためである．とくに，盆地の特性や発達を理解するためには，盆地を埋める地層の縁辺部における地質情報が欠かせない．

鳥取県東部には鳥取湾入部とよばれるほぼ南北に延びる盆地を埋める地層がある．この湾入部を埋める地層は，島根県側の湾入部とは異なり，大規模な火山岩の貫入を被っていない．このため，湾入部と呼ばれる盆地の発達を理解するためには最適の地層である．そこで，この研究では鳥取層群の地質調査を行うとともに，一般的な堆積地質学的手法 (堆積相解析)を適用して，鳥取層群南東部の縁辺部分の地層(岩見層)の堆積環境の復元を行った．

調査対象とした鳥取層群・岩美層はさらに円通寺礫岩砂岩部層，普含寺泥岩部層からなり，普含寺泥岩部層はさらに淡水成の泥岩と海成の泥岩からなる．これまでの調査で，従来は不整合と扱われてきた基盤岩との境界，あるいは基盤岩周辺の地層内部に，比較的変位量が大きいと推定される断層が見つかった．さらに，断層の活動時期を制約することができた．この断層の西には河原火山岩部層由来と思われる礫を含む礫岩と河原火山岩部層の大礫が孤立して含まれる泥岩が見られた．泥岩中の大礫は斜面からの崩落によるものと判断され，泥岩の堆積中にはすぐ近傍に斜面があったと判断される．このほか，崖錐堆積物と判断できる砂礫岩も断層周辺に確認された．この断層の破砕帯では下位の八頭層・河原火山岩部層の岩石が変形を受けているため，河原火山岩部層の堆積後，泥岩の堆積前にはこの断層が活動をはじめており，断層の西側が相対的に沈降して湖が形成されたと考えられる．また，斜面の存在を示す小規模なスランプ構造が見られ，西方向への斜面の傾斜が確認されたため，このほかの鳥取層群の東縁の一部についても断層の存在が強く疑われる．

今回の研究で鳥取層群が埋めた堆積盆の少なくとも東縁は複雑な断層活動によって形成されたことが示された．今後，鳥取層群の研究を行い，堆積盆の形成を理解することで，日本海拡大に伴う堆積盆の発達を理解できると考える．なお，この調査は山陰海岸ジオパークの支援を受けて調査を行った．

キーワード：鳥取層群、中期中新世、堆積盆、日本海拡大イベント
Keywords: Tottori Group, Middle Miocene, Sedimentary basin, Japan Sea opening event

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高分解能音波探査記録に基づく島根半島沖の第四紀の断層活動
Fault activity during Quaternary Period off the Shimane Peninsula based on the profiles acquired by the high-resolution seismic survey

*田中 雅章[1]、松田 典大[1]、中村 克[1]、清水 雄一[1]、島崎 裕行[2]、畑山 一人[2]
*Masaaki Tanaka[1], Norihiro Matsuda[1], Masaru Nakamura[1], Yuichi Shimizu[1], Masanori Shimazaki[2], Kazuhito Hatakeyama[2]

1. 中国電力株式会社、2. 総合地質調査株式会社
1. The Chugoku Electric Power Co., Inc., 2. Sogo Geophysical Exploration Co., Ltd.

島根半島沖では，玉木ほか（1982），海上保安庁水路部（1991，1992），徳山ほか（2001）等により複数の断層が示されている。中国電力は，1981年にこれらの断層分布域を含む島根半島の沖合方向約30km，沿岸方向約60kmの範囲において，主にスパーカー（水中放電）を用いた音波探査を約1km～約4kmの測線間隔で実施した。その後も，マルチチャンネル方式等の最新技術を用いた調査を行い，断層の分布および性状を把握してきた。また，音波探査記録の解釈においてもシーケンス層序学の概念を参考に地層区分を行い，断層の活動性評価の信頼性を高める努力を継続してきた。これらの評価結果は，国土交通省・内閣府・文部科学省（2014）においても参照されている。

島根半島沖で確認される断層は，大局的には東北東－西南西方向の走向を有し，逆断層センスを有する断層または撓曲からなる。伊藤・荒戸（1999）等によると，山陰沖における応力場は，後期中新世では「南北圧縮」，鮮新世以降では「東西圧縮」とされ，また，本海域の中新統には，東北東－西南西方向の褶曲・逆断層が発達するとされている。したがって，島根半島沖の断層の大半は，後期中新世頃の南北圧縮応力場において形成された断層であり，後期中新世末期頃には断層活動を終え，鮮新世以降は主たる活動は終了したものと考えられる。しかしながら，島根半島沖の海域では，中部～上部更新統（Ｂ層）の分布範囲が狭く，かつ分布しても層厚が極めて薄いことから，第四紀の断層活動性の評価が困難であった。

以上を踏まえ，2014年に島根半島沖において，浅部から深部に至る地質構造の把握を目的として，各種音源を用いたマルチチャンネル方式音波探査を実施した。また，松江市鹿島町沖約7km付近の音波探査測線沿いにおいて，柱状採泥器による試料採取を実施し，火山灰分析および放射性炭素同位体法による地層の年代分析を行った。その結果，従来の編年では完新統と考えられていたＡ層から採取した試料の中から，火山灰分析により三瓶雲南（SUn，約5万年前（町田・新井（2011））が認められ，放射性炭素同位体法によっても上部更新統に対比される試料が複数箇所で確認された。したがって，従来のＡ層は，表層部を除き上部更新統であることが明らかとなった。従来調査のスパーカー音波探査記録では，このＡ層の中を完新統と中部～上部更新統に細区分できる十分な分解能がなかったが，今回実施したブーマー・マルチチャンネル方式による高分解能の音波探査記録ではこれを細区分できることを確認した。
以上のことから，新たに中部～上部更新統の分布が見直された範囲の断層については，少なくとも後期更新世以降の活動は認められないことを確認した。また，島根半島沖の海域では，従来評価より更新統が広範囲に分布する可能性が高いことから，ブーマー・マルチチャンネル方式等による高分解能音波探査を実施し，更新統の範囲を詳細に把握することで，第四紀の東西圧縮応力場のもとでの断層活動性を高精度に再評価することが可能であると考えられる。

キーワード：島根沖、音波探査、柱状採泥、地質構造発達史、第四紀、断層
Keywords: offshore area of the Shimane Peninsula, seismic profile, bottom sampling, tectonic evolution, Quaternary period, fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部日本の前期中新世堆積物の古地磁気方位とそのテクトニックな意義
Paleomagnetic directions of early Miocene sediments in central Japan and tectonic implications

*星 博幸[1]、松尾 卓郎[2]
*Hiroyuki Hoshi[1], Takuro Matsuo[2]

1. 愛知教育大学自然科学系理科教育講座地学領域、2. 愛知県立刈谷高等学校
1. Department of Earth Sciences, Aichi University of Education, 2. Aichi Prefectural Kariya High School

We present new paleomagnetic data obtained from early Miocene (~18-17 Ma) sediments in three areas (Iwamura, Tengudana and Niinotoge) in central Japan. Oriented cores consisting mainly of mudstones and intercalated fine felsic tuffs were collected at more than 50 sites. Stepwise thermal demagnetization of both natural and isothermal remanent magnetizations suggests magnetite as a main magnetic carrier, with possible presence of greigite in rock samples from some sites. Site-mean directions of characteristic remanent magnetization components are all reverse polarity, suggesting deposition within the same reverse polarity chron, probably Chron C5Dr. Declinations of the site-mean directions are mostly southwesterly and deflected clockwise from the expected direction, indicating clockwise rotation after deposition. These declinations are similar to those from early Miocene and older rocks of the main part of the SW Japan arc, while they are significantly different from the undeflected paleomagnetic direction from Tomikusa, located 10-20 km northeast of Niinotoge. Thus, the Iwamura, Tengudana and Niinotoge areas are located on the main part of the SW Japan arc. It is suggested that the main part of the SW Japan arc has its eastern "rotational" boundary with a differentially rotated piece of crust between Niinotoge and Tomikusa.

キーワード：中部日本、前期中新世、古地磁気、岩石磁気、回転運動
Keywords: central Japan, early Miocene, paleomagnetism, rock magnetism, tectonic rotation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富山県八尾地域の新生界年代層序の再検討とテクトニクス
Revised Cenozoic chronostratigraphy and tectonics in the Yatsuo Area, Toyama Prefecture, central Japan

*中嶋 健[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、山下 透[2]、柳沢 幸夫[1]、谷村 好洋[3]、渡辺 真人[1]、佐脇 貴幸[1]、中西 敏[4]、三石 裕之[4]、山科 起行[4]、今堀 誠一[5]
*Takeshi Nakajima[1], Hideki Iwano[2], Tohru Danhara[2], Tohru Yamashita[2], Yukio Yanagisawa[1], Yoshihiro Tanimura[3], Mahito Watanabe[1], Takayuki Sawaki[1], Satoshi Nakanishi[4], Hiroyuki Mitsuishi[4], Okiyuki Yamashina[4], Seiichi Imahori[5]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 京都フィッショントラック（株）、3. 国立科学博物館、4. JX石油開発（株）、5. JX石油開発テクニカルサービス（株）
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 3. National Museum of Nature and Science, 4. JX Nippon Oil & Gas Exploration Corporation, 5. JX Nippon Oil & Gas Exploration Technical Services Corporation

Cenozoic chronostratigraphy of the Yatsuo Area in Toyama Prefecture is revised based on U-Pb and fission-track (FT) dating on the same zircon grains from tuff beds using LA-ICP-MS, mineralogical analysis of tuff beds and diatom biostratigraphy. The results reveal followings. Syn-rift volcanism (the Iwaine Formation) started at around 17.5 Ma. The Ikahama unconformity between the syn-rift Higashibessho Formation and the post-rift Tenguyama Formation was a relatively short duration (c. 0.5 m.y.) tectonic event around 15 Ma. The Otogawa Formation unconformably overlying the Tenguyama Formation is divided into Middle Miocene (Serravallian) lower portion and Late Miocene upper portion with a possible unconformity between them. The age of the Mita Formation ranges from 4 to 2 Ma and unconformably overlies the Otogawa Formation. Local correlation of a key tuff bed MT2 in the Mita Formation in previous reports was misleading and needs to be reassessed.

Facies and sequence stratigraphic analysis of the lowermost Nirehara Formation clarifies that the Nirehara Formation comprises many depositional cycles formed by sea level or lake level fluctuation in a coastal or lacustrine fan delta environment. The results also suggest that the Nirehara Formation was formed in an early rift basin, which is overlain by the syn-rift Yatsuo Group with an unconformity. Detrital zircon U-Pb and FT dating of sandstone in the Nirehara Formation suggests that possible source of sandstone was the Nohi Rhyolite.

Regional correlation of onshore and offshore Cenozoic chronostratigraphy in the Hokuriku district shows multistage rifting during Oligocene-Middle Miocene opening of the Sea of Japan. The regional correlation also suggests that post-rifting compressive tectonics was also incremental associated with fluctuation of strength and direction of compressive stress fields.

キーワード：新生代、年代層序、U-Pb年代測定、フィッショントラック年代測定、珪藻、テクトニクス
Keywords: Cenozoic, chronostratigraphy, U-Pb dating, Fission-Track dating, diatom, tectonics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)

日本列島を含めた東アジアを中心とした地域の地質学的研究を核に、地球物理を初めとする様々な研究成果とそれに基づく議論により、その地域の地質構造などの地球科学的実体を明らかにする．更にそこから、日本列島、東アジアにおける地質構造の検討や、その構造発達史の解明を目指す。

[SGL28-P01] 富山県砺波地域に分布する漸新世〜中新世火山岩類の成因：日本海拡大にともなう陸弧〜島弧火山活動の変遷

*山田 来樹[1]、高橋 俊郎[2]、植田 勇人[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

[SGL28-P02] 小川盆地と周辺の跡倉ナップの地質と中新世中期以降のテクトニクス

*小野 晃

[SGL28-P03] 埼玉県長瀞地域における三波川変成岩の小構造からみた古応力場の変遷

*中村 南[1]、高田 亞以子[1,2]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学、2.石油資源開発株式会社)

[SGL28-P04] 新岩脈法による丹沢トーナル岩中のマイクロクラックによる古応力方向の復元

*冨岡 美咲[1]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学)

[SGL28-P05] 立体斜度図を用いた地形判読で見出された北上山地，遠野-栗橋花崗岩体の環状断層

*土井 宣夫[1]、白澤 道生[2]、横山 隆三[2] (1.岩手大学地域防災研究センター、2.（株）横山空間情報研究所)

[SGL28-P06] ジルコン年代学によって明らかになった舞鶴構造帯（MTZ）の形成と再編

*早坂 康隆[1]、木村 光佑[1] (1.広島大学大学院理学研究科)

[SGL28-P07] **Erosional features of Soma Slope Channel, off Miyagi, Japan**

*Jih-Hsin Chang[1]、Takahiko Inoue[1]、Ayanori Misawa[1]、Kohsaku Arai[1] (1.Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial and Science Technology.)

[SGL28-P08] Preliminary Analysis Result for the Integrated Lineament Map in South Korea

*Hong-Jin Lee[1]、Kyoungtae Ko[2]、You Hong Kihm[2] (1.Geoscience Platfrom Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources、2.Geology Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

[SGL28-P09] **Seismicity along the Moradabad Basement Fault in the Central Ganga Plain: A Geological and Geophysical approach**

*ANKIT GUPTA[1]、Pitambar Pati[1]、Chinmay Dash[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

[SGL28-P10] パキスタン Muslim Bagh地域火山岩類の岩石学的・年代学的研究

*荒尾 眞成[1,2]、今山 武志[1]、八木 公史[3]、猪川 千晶[3]、澤田 順弘[4]、Rehanul Siddiqui[5]、Said Khan[5] (1.岡山理科大学　自然科学研究所、2.岡山理科大学　生物地球学部、3.蒜山地質年代学研究所、4.島根大学　名誉教授、5.地球科学研究所　パキスタン地質調査所)

富山県砺波地域に分布する漸新世～中新世火山岩類の成因：日本海拡大にともなう陸弧～島弧火山活動の変遷

Petrogenesis of Oligocene to Miocene volcanic rocks in the Tonami area, central Japan: temporal evolution of continental- to island-arc volcanism during the Japan Sea opening

*山田 来樹[1]、高橋 俊郎[2]、植田 勇人[2]
*Raiki Yamada[1], Toshiro Takahashi[2], Hayato Ueda[2]

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部
1. Graduate school of science and technology, Niigata University, 2. Faculty of Science, Niigata University

The Japan islands was torn from the continent to form island-arc by spreading of the Japan Sea in Late Oligocene to Early Miocene. Basaltic to rhyolitic active volcanism occurred in the Japan arc during the Japan Sea opening. Since many researchers have targeted mainly mafic volcanic rocks for petrological study, petrological and geochemical studies on Oligocene to Miocene rhyolites are not still enough. Therefore, we examined Oligocene to Miocene volcanic rocks, including Chattian to Aquitanian and Burdigalian to Langhian rhyolites, on the basis of petrology and geochemistry.
Oligocene to Miocene strata consist of the Tori Conglomerate, Usunaka Moonstone Rhyolite, and the Iwaine and Iozen formations, in stratigraphically ascending order (Sudo, 1979; Ganzawa, 1983), the study area, Nanto City, Toyama Prefecture. The Tori Conglomerate is composed of conglomerate and sandstone, whereas the others are composed of volcanic and pyroclastic rocks; the Usunaka Moonstone Rhyolite, and the Iwaine and Iozen formations consist of rhyolitic welded tuff, andesites (lava and pyroclastic rocks), and rhyolites (lava and pyroclastic rocks), respectively. In this study, weighted averages of ^{238}U–^{206}Pb ages of 22.4 ±0.7 and 16.3 ±0.6 Ma are obtained from zircons in the Usunaka Moonstone Rhyolite (welded tuff) and the Iozen Formation (aphyric lava; the same outcrop as FU06 of Ganzawa (1983)). These ages indicate formation ages of the rhyolites, because they are consistent with K–Ar (Yamasaki and Miyajima, 1970; Ueda and Aoki, 1970) or fission track ages (Ganzawa, 1983), whose blocking temperatures are much lower than zircon U–Pb age.
Following petrogenesis of Oligocene to Miocene volcanic rocks is considered by whole-rock chemical compositions (major and trace elements, and Sr–Nd isotopes) and comparison with other studies. The Usunaka Moonstone Rhyolite (25–22 Ma) is alkalic rhyolite showing intermediate compositions between continental rifts and continental-arcs, and its magma was S-type and relatively dry. Therefore, it is continental-arc rift-type rhyolite, and mafic magma in subduction zone would have melted crustal materials derived from sedimentary rocks. Andesitic volcanism of the Iwaine Formation can be divided into two stages (e.g., Yamada and Yamada, 2018); amphibole-bearing andesite (high Sr andesite; 19–18 Ma?) and two pyroxene andesites (18–16.5 Ma?). Amphibole-bearing andesite is low-SiO_2 adakite (Martin et al., 2005) generated by partial melting of mantle wedge matasomatised by adakitic melt formed by slab melting. Two pyroxene andesites, who and equivalent beds have the large distribution in the Hokuriku region, are continental-arc type tholeiites, and their compositions suggest AFC (assimilation and fractional crystallization). The Iozen Formation (16.5–15.0 Ma) has intermediate chemical compositions between continental- and island-arcs, and its magma was I-type and had high water content. The Iozen Formation got primitively dacitic to rhyolitic composition, and almost only fractional crystallization occurred in magma chamber. High-temperature state, which had continued since the Iwaine Formation, in mantle wedge would had caused crustal melting.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Above genesis of Oligocene to Miocene volcanic rock in the study suggests that high temperature was kept in mantle wedge and continental crust during the back-arc spreading and that tectonic settings changed as time went on; continental-arc rift, continental-arc, and continental- to island-arc. This reflect that the Japan arc developed from continental- to island-arc through the Japan Sea opening, a back-arc formation.

Ganzawa, Y. (1983) *Jour. Geol. Soc. Japan*, **89**, 271–286.
Sudo, S. (1979) *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 17, 187–194.
Ueda, Y. and Aoki, K. (1970) *Jour. Japan Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **63**, 28–29.
Yamada and Yamada (2018) *Sci. Rep. Niigata Univ., Geol.*, **33**, 25–40.
Yamasaki, M. and Miyajima, Y. (1970) *Jour. Japan Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **63**, 22–27

キーワード：日本海拡大、火山岩、流紋岩、岩石学、ジルコンU-Pb年代
Keywords: Japan Sea opening, volcanic rocks, rhyolite, petrology, zircon U-Pb age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小川盆地と周辺の跡倉ナップの地質と中新世中期以降のテクトニクス
Geology and post mid-Miocene tectonics of the Ogawa basin and the Atogura Nappe

*小野 晃
*Akira Ono

関東山地の三波川帯では三波川ユニット，みかぶユニット，跡倉ナップとこの順に構造的下位から上位に重なる積層構造が認められる．跡倉ナップの分布域は，三波川変成岩類の上昇テクトニクスが顕著であるために限定的である．埼玉県の寄居ー小川地域では跡倉ナップが広く露出しており（Figure 1），ナップの主要部分は現地性の地質体に囲まれている．その境界は象ケ鼻ー朝日根断層や谷津断層や高谷断層などの高角断層である．跡倉ナップは小川盆地において下部中新統（約16Ma）の小園層の礫岩や砂によって不整合に被われている［１－３］．中新統に被われた跡倉ナップは，地塊の差別的昇降運動を受けている．跡倉ナップの主要分布域に存在するみかぶユニットは，このテクトニクスによって上昇してきた地質体である．中新統はあまり隆起しなかったために侵食されずに残存した地質体である．

＜地質＞ 小川盆地の西側部分について，緩傾斜（＜10°）の中新統が分布している．基盤岩は野竹地域では寄居層，中央部地域では石英閃緑岩，飯田地域では跡倉層である．野竹地域には粗粒砂岩を挟む礫岩が分布しており，礫岩には花崗岩や火砕岩や領家片麻岩などの礫が非常に多い（Figure 1の赤丸）．巨礫や大礫から成る礫層も存在し，礫の供給源は侵食されてしまった領家ナップ（Figure 1）で，ridge line rBの南方でridge line rCの北方に位置していたと推定される．跡倉ナップはみかぶユニットと領家ナップに挟まれた薄い板状の地質体である．礫岩層の最上部は秩父帯起源と推定されるチャートの小円礫に富み，その上に厚さ約３mの砂岩が重なる．砂岩の上には荒川層の泥岩が整合に重なる．その地点（標高約140m）での基盤岩の深度は不明であるが，砕屑物で埋め立てられた谷は深くないので，小園層の層厚は60-100mと推測される．野竹地域の北西部には小川盆地最北部の中新統が露出している．厚さ約10mの砂岩が寄居層を不整合で被う．砂岩の上には荒川層の泥岩が重なり，境界の標高は約140mである．

中央部地域の金勝山石英閃緑岩は，金勝山への旧登山口や兜川沿いなど各地で礫岩や砂岩や泥岩によって被われている［１，３］．地点**X**（Figure 1, 標高約100m）では，小園層の礫岩や砂岩が石英閃緑岩を不整合で被っている［２，３］．飯田地域の西端部では，礫岩や礫質砂岩や砂岩が標高の高い基盤岩近傍に分布し，泥岩は低地に分布している．砂岩や泥岩が同時期に堆積した可能性や小規模な高角断層（Figure 1A, C）が推定される．礫岩には古期岩類のチャートや砂岩や泥岩の小円礫が多い（Figure 1の黒丸）．花崗岩礫は大変少ないが，基質部には長石の破片が多い．なお，小川盆地の中新統は標高約160m以下に分布するが，地点＋では標高約200mに礫岩の小露頭が認められる．

Figure 1のA, B, Cは現在と荒川層の堆積時期ごろの南北方向の地質断面図である．小川盆地西側部分についての概念図である．中新世の断面図には現在の地表面が参考のために書き込まれている．中新世前期と現在の地表面および小園層の厚さの３要素に依存して，複数の中新世の地質断面図が想定可能である．Figure 1, Aは中新統堆積後の上昇テクトニクスが弱い場合の断面図で，Figure 1, B は上昇テクトニクスや傾動運動が小規模に起きている場合のものである．実際には不整合が各地に存在しており［１－３］，中新世前期と現在の地表面は各地で近接している（Figure 1, C）．

＜テクトニクス＞ 小川盆地の西側部分の野竹地域では，泥岩の出現する標高がほぼ一定であり，大規模な地塊の差別的昇降運動（上昇テクトニクス）を小園層の堆積以降に想定することは不可能である．中央部地域では石英閃緑岩が中新統と断層で接しており，断層活動を伴う上昇テクトニクスが想定される．しかし，みかぶ緑色岩は露出していないうえに，小園層がかなり広く分布している［１］．断層の変位量は，小園層の層厚をはるかに超えるような大きさではない．小川盆地東側部分の富士山地域では，跡倉ナップに囲まれたみかぶ緑

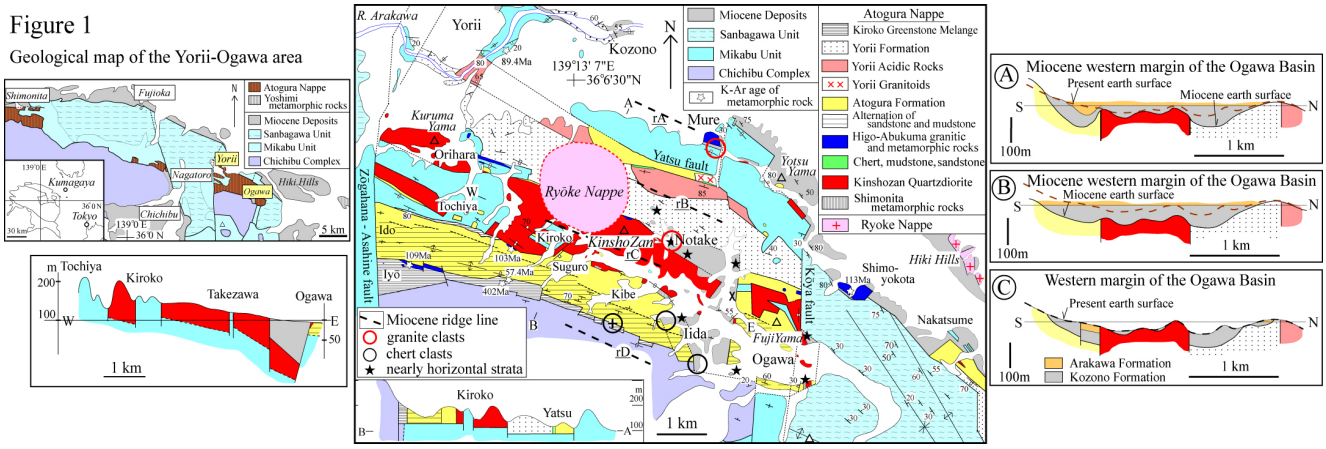
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

色岩の小岩体が３ヶ所に露出している．しかし，中新世の礫質砂岩の小分布も認められるので，中新世中期以降の跡倉ナップの上昇テクトニクスを過大評価すべきではない．

＜文献＞［１］間嶋，1989，静大地球科学研報，no. 15, 1-24．［２］牧本・竹内，1992，寄居地域の地質．５万分の１地質図幅．［３］小川町，1999，小川町の自然 地質編．

キーワード：関東山地、小川盆地、中新世前期、跡倉ナップ、小園層、荒川層
Keywords: Kanto Mountains, Ogawa basin, early Miocene, Atogura Nappe, Kozono Fm., Arakawa Fm.

Figure 1
Geological map of the Yorii-Ogawa area



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

埼玉県長瀞地域における三波川変成岩の小構造からみた古応力場の変遷
Paleostress transition estimated from small-scale deformation structures of the Sanbagawa metamorphic rocks in the Nagatoro area, Saitama Prefecture, central Japan

*中村 南[1]、高田 亞以子[1,2]、高木 秀雄[1]
*Minami Nakamura[1], Aiko Takada[1,2], Hideo Takagi[1]

1. 早稲田大学、2. 石油資源開発株式会社
1. Waseda University , 2. Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.

埼玉県長瀞地域によく露出する三波川変成岩中には, 褶曲, キンクバンド, 断層, 鉱物脈といった変形小構造が多数発達している. 植村・金崎 (1989) は, 長瀞地域の三波川変成岩類中にみられる変形小構造について詳細に記載し, 各構造の切断関係から，小構造の変形順序を5つのステージに分けた (D1~D5). 特に低延性度の構造においては, 逆断層型のキンクバンド (D4) が正断層型のキンクバンド, 小断層, 鉱物脈 (D5) に先立って形成されたことが分かっている. しかしながら, これらの変形小構造をもたらす古応力場に関する研究はほとんどない. そこで本報告では, 長瀞地域の三波川変成岩の変形小構造に対して様々な応力逆解析法を用いることで古応力場を推定し, その変遷について議論する.

古応力を推定するにあたり, キンクバンド(27個), 小断層（17個）, 白色(石英または方解石）鉱物脈(202個）の姿勢を測定した. キンクバンドに小断層解析法を適用できることが知られているため (Srivastava et al., 1999), キンクバンドおよび小断層に小断層解析法の一つであるHough法 (Yamaji et al., 2006) を用いて応力場の解析をおこなった. これにより, 逆断層型キンクバンド (D4) からは, σ_1が南西方向でσ_3が鉛直なStress D4を, 正断層型キンクバンドおよび小断層 (D5) からは, σ_1が鉛直でσ_3が北東方向のStress D5-1と, σ_1が北東方向に32°沈下しσ_3が南西方向に58°沈下したStress D5-2の2つの応力解を得た.

次に,「新岩脈法」 (Yamaji and Sato, 2011) を鉱物脈に適用することで, 2つの応力解を得た. 鉱物脈は植村・金崎 (1989) の変形ステージにおけるD5にあたり, キンクバンドと小断層から求めたD5の2つの応力と整合的な結果が得られた. さらに,鉱物脈中の方解石変形双晶にHough法を用いたマイクロスケールの応力解析により, Stress D5-1がStress D5-2に先立って作用したことが示された. 以上をまとめると, 長瀞地域の三波川変成岩が被った応力は少なくとも3段階あり, 古応力場はStress D4からStress D5-1, そしてStressD5-2へと変遷したと考えられる. また, 各小構造の平均延性度や, 方解石変形双晶の幾何学的特徴から推定される変形温度(200℃前後: Burkhard, 1993)を考慮すると, これらの小構造は三波川変成岩の上昇時に順々にできたものと考えられる.

キーワード：三波川変成帯、キンクバンド、鉱物脈、断層、古応力解析
Keywords: Sanbagawa metamorphic belt, kink band, mineral vein, fault, paleostress analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新岩脈法による丹沢トーナル岩中のマイクロクラックによる古応力方向の復元

Estimation of the paleostress directions using “new dyke method” from the microcracks in the Tanzawa Tonalite

*冨岡 美咲[1]、高木 秀雄[1]
*Misaki Tomioka[1], Hideo Takagi[1]

1. 早稲田大学
1. Waseda University

伊豆–小笠原弧の本州弧に対する衝突を記録している南部フォッサマグナ地域には，ジルコンU-Pb年代値から5–4Ma (Tani et al., 2010) に貫入した丹沢トーナル岩体が分布する．この衝突直後の古応力方向の復元については，佐藤・高木 (2010) によると，貫入直後に形成したヒールドマイクロクラック (以下，HC) およびその後の上昇の時期に形成されたシールドマイクロクラック (以下，SC) を用いた古応力方向の解析結果は，σ_{Hmax}の方向がN-S～NNE-SSW方向で変化しなかったとされた．近年，割れ目の極投影に確率密度分布であるビンガム分布 (Bingham, 1974) をフィッティングさせることにより，異なる応力方向を複数のクラスタに分離し，σ_1, σ_2, σ_3および応力比を求める方法 (以下，新岩脈法) が開拓された (Yamaji et al. 2010, Yamaji and Sato, 2011)．そこで，本研究では，佐藤・高木 (2010) が求めたσ_{Hmax}がσ_1とσ_2のどちらかであるかを明らかにするため，改めて佐藤・高木 (2010) が用いた試料と同じ定方位試料を用いて，古応力方向の復元を行った．手法として, 3面直交薄片を用い，石英粒子内部に認められるHCおよびSCの走向・傾斜についてUステージを用いて測定し, その極の分布図から新岩脈法と補正法 (金井ほか，2014) を用いてσ_1, σ_2, σ_3を求めた．

年代が異なる石割山岩体を除く丹沢トーナル岩体から採取された22試料の定方位薄片を使用し, HCを用いた16地点分, SCを用いた22地点分の卓越応力が明らかとなった．それによるとHCでは鉛直方向のσ_1の集中, SCではバラつきが大きいもののNE-SW方向のσ_1の集中が見られた．丹沢地域の古地磁気により判明している10°の時計回りの回転 (金丸・高橋, 2005) を元に戻すと， HCが形成した5–4Ma頃に鉛直方向のσ_1, その後のSC形成時にはおよそNNE-SSW方向に最大主応力を被っていたことが明らかになった．従って，佐藤・高木 (2010) が求めたHC形成時のσ_{Hmax}はσ_2であることが明らかとなった．この鉛直方向の応力方向は，丹沢地塊の衝突終了時の応力方向を反映しており，火山島を乗せたフィリピン海プレートの潜り込みに伴う鉛直方向の押し上げが，水平方向の圧縮よりも卓越していたものと考えられる．一方，SCの形成時期はHCとの切断関係よりHC形成後であり，巨大なブロックが水平方向の圧縮を卓越させたと考えると，1Ma頃の伊豆半島の衝突の時期である可能性がある．

文献：
Bingham C., 1974, *Annals of Statistics. 2*, **6**, 1201-25.
金井拓人・山路 敦・高木秀雄，2014, 地質雑, **120**, 23-35.
金丸龍夫・高橋正樹, 2005, **111**, 458-475.
佐藤隆恒・高木秀雄, 2010, 地質雑, **116**, 309-320.
Tani, K, Dunkley, D. J, Kimura, J., Wysoczanski, R. J, Yamada, K. and Tatsumi, Y., 2010, *Geology*, **38**, 215–218.
Yamaji, A., Sato, K. and Tonai, S., 2010, *Jour. Struct. Geol.,* **32**, 1137-1146.
Yamaji, A. and Sato, K., 2011, *Jour. Struct. Geol.,* **33**, 1148-1157.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

立体斜度図を用いた地形判読で見出された北上山地，遠野-栗橋花崗岩体の環状断層

Ring faults topographically discovered in the Tono-Kurihashi granitic plutonic masses by using a cnstant vertical exaggeration stereoscopic map of slope, Kitakami massif

*土井 宣夫[1]、白澤 道生[2]、横山 隆三[2]
*Nobuo Doi[1], Michio Shirasawa[2], Ryuzo Yokoyama[2]

1. 岩手大学地域防災研究センター、2. （株）横山空間情報研究所
1. Research Center for Regional Disaster Management, Iwate University, 2. Yokoyama Geo-Spatial Information Laboratory Co., Ltd.

北上山地最大の遠野-栗橋花崗岩体の地形判読を実施した．判読には5mメッシュDEMから作成した10万分の1立体斜度図（CVESマップ；横山ほか，2012）を用いた．新たに見出された環状断層（ring fault；RFと略）は遠野北部岩体東半と同南部岩体および栗橋岩体にある．遠野北部岩体のRFは環（直径約13km）の東部に当る二重の弧状断層で，断層に沿って花崗斑岩が貫入する．同南部岩体のRFは長楕円形（長径約11km，短径約4km）で，長軸は西隣の人首花崗岩体の伸長方向と平行である．栗橋岩体のRFは長径約11kmで二重である．これらのRFはコールドロンの深部構造に相当しよう．

遠野北部岩体は時代の異なる累帯深成岩体からなる（西村ほか，1999）が，岩体周縁の古期岩体は環状の台地，岩体中心の新期岩体は大きく侵食された低い丘陵地である．両地形は環状に分布する急斜面で分離され，斜面上端と下端に遷移線が認定され追跡される．台地をつくる古期岩体は新期岩体の接触変成作用を受けて再結晶化して堅硬になり，台地として残存していると考えられる．

遠野-栗橋岩体には東北東-西南西ないし東西方向の平行した断層（parallel fault；PFと略）が多数分布し，中には長さが10kmに達するものがある．PFは古期岩体のみに分布し，母岩古生層には連続せず，新期岩体には分布しない．したがって遠野-栗橋岩体の形成史は，古期岩体貫入とRF（コールドロン）形成，PF形成，新期岩体貫入と古期岩体への接触変成作用の順となり，古期岩体と新期岩体の間にはPFが形成された時代に相当する年代差があることになる．

引用文献：横山ほか（2012）JpGU，HGM21-09．；西村ほか（1999）地質学論集，no.53，177-188.

キーワード：遠野-栗橋花崗岩体、立体斜度図、環状断層、平行断層、遷移線、コールドロン
Keywords: Tono-Kurihashi granitic plutonic masses, CVES map, ring fault, parallel fault, knick point, cauldron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジルコン年代学によって明らかになった舞鶴構造帯（MTZ）の形成と再編

The Maizuru tectonic zone (MTZ), its formation and rearrangement as revealed by new zircon chronology data

*早坂 康隆[1]、木村 光佑[1]
*Yasutaka Hayasaka[1], Kosuke Kimura[1]

1. 広島大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Hiroshima University

In the Pre-Cretaceous terranes of Inner Zone of SW Japan showing low-angle piled nappe structure, only Maizuru zone shows a continuous narrow zonal arrangement. Therefore, the Pre-Cretaceous basement of the adjacent area is separated north and south by this zone. The Maizuru zone characterized by melange-like disrupted terrane with exotic blocks of plutonic complex called "Yakuno rocks" and has often been called Maizuru tectonic zone (MTZ) for that reason. MTZ is divided into three subzones, Northern, Central and Southern zones by their lithologies in its typical Maizuru area. The Southern Maizuru zone consists mainly of Yakuno ophiolite originated from the Permian intra-oceanic island arc and back-arc basin crust that occurred in the early Carboniferous oceanic crust, and the Central Maizuru zone consists of clastic rocks deposited in the back-arc basin.[1] In significant contrast with those two subzones, the Northern Maizuru zone is composed mainly of deformed granitic rocks with subordinate amount of pelitic gneiss, metagabbro and metadolerite indicating an affinity of a matured continental crust. [2] Zircon U-Pb ages of 441.9 ±2.8 Ma, 424-405 Ma, 291.6 ±4.3 Ma, and 249-243 Ma have been reported from granitic rocks of the Northern Maizuru zone of Type area so far. [3] [4] After that, granite mylonites of 488.7 ±0.9 Ma, 449.3 ±3.6 Ma, 323-301 Ma were also found in the Kume area of Okayama Prefecture 120 km west of the Type area. According to the age of intrusion, inherited ages, mode of occurrence and their similar geological setting, the Siluro–Devonian granites of the Northern zone can be correlated with the Khanka massif, southern Primorye, Russia.

Recently, we found granitic rocks showing zircon U-Pb ages of the Paleoproterozoic Era from the western end of MTZ in the Tsuwano area of Shimane Prefecture. [5] These granitic rocks exist as lenticular blocks in a narrow zone of 150 to 300 m in width. Zircon U-Pb ages are 1836 ±17 Ma for orthogneiss and 1853 ±14 Ma for tonalite, while that of granodiorite is 415.2 ±2.5 Ma. Paleoproterozoic zircon grains often contain inherited 2800-2100 Ma core. Furthermore, these rocks are accompanied by meta-quartzite blocks containing detrital zircon with two age clusters at around 2500 Ma and 2700 Ma. These Paleoproterozoic rocks are considered to be the exotic blocks originated from the North China Craton on the basis of their age affinity. In Tsuwano area, this narrow zone is embedded in the Permian strata and Jurassic accretionary complex and its metamorphic equivalents. Such a structure is anomalous to the piled nappe structure of the Pre-Cretaceous Terranes of SW Japan. As in response to the east-west change of dominant age of the Northern Maizuru zone, the age spectra of the detrital zircon of the adjacent Permo-Triassic strata in the MTZ also dominates the ages of 500-400 Ma in the eastern part, and the ages at around 1800 Ma dominates in the west. We consider that these blocks in the Northern Maizuru zone were displaced by the lateral fault movement along the northern boundary of MTZ.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] M. Fujii, Y. Hayasaka, K. Terada, Island Arc, 17(2008) 322-341.

[2] Y. Hayasaka, K. Ikeda, T. Shisido, M. Ishizuka, Shimamoto et al. (eds.) *Tectonics and Metamorphism (The Hara Volume),*SOUBUN Co. Ltd. (1996) 134-44 (in Japanese with English abstract).

[3] K. Ikeda, Y. Hayasaka, Jour. Min., Petrol. and Economic Geol. 89 (1994), 443–54 (in Japanese with English abstract).

[4] K. Kimura, Y. Hayasaka, T. Shibata, K. Kawaguchi, H. Fujiwara, Jour. Geol. Soc. Japan (2019) *in press* (in Japanese with English abstract).

[5] Y. Tsutsumi, K. Yokoyama, S.A. Kasatkin, S.A., V.V. Golozubov, Jour. Min. Petrol. Sci 109 (2014) 97-102.

キーワード：舞鶴構造帯、西南日本内帯、古原生代、ジルコンU-Pb年代、島根県津和野地域、北中国地塊
Keywords: Maizuru tectonic zone, Inner zone of Southwest Japan, Paleoproterozoic, zircon U-Pb age, Tsuwano area, Shimane Prefecture, North China cartoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Erosional features of Soma Slope Channel, off Miyagi, Japan

*Jih-Hsin Chang[1], Takahiko Inoue[1], Ayanori Misawa[1], Kohsaku Arai[1]

1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial and Science Technology.

Located at the boundary between Pacific Plate and North America Plate, Tohoku (NE Japan) is the forearc slope of the active subduction zone, featuring as a tectonically active margin. In the central part off Tohoku, the bathymetric data off Miyagi show that there is a channel (Soma Slope Channel) connecting shallow marine (< 500 m) and slope terrace (>1000 m). The reflection seismic data across the Soma Slope Channel show more than 10 U-shaped and V-shaped reflectors, suggesting that channelized features and filling of the channels. Besides, the channel-shaped reflectors became shallower toward north, suggesting a series of northward migration of the Soma Slope Channel. The reflection seismic data along the axis of the Soma Slope Channel show a several regional erosional surfaces and could be regarded as stratigraphic sequences boundaries. The ages of these stratigraphic sequences boundaries derived from exploration well (MITI Soma-oki) indicates that this slope channel system is likely to develop during Pliocene-Pleistocene. It seems that the Pliocene-Pleistocene sequence are thick and the Miocene-age strata are generally deep south of the Soma Slope Channel, while Pliocene-Pleistocene sequence are thinner and the Miocene-age strata are shallower north of the Soma Slope Channel. Whether the Soma Slope Channel is structural-dominated or sedimentary-dominated as well as the mechanism of channel migration will be discussed in this study.

Keywords: submarine channel, Tohoku, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary Analysis Result for the Integrated Lineament Map in South Korea

*Hong-Jin Lee[1], Kyoungtae Ko[2], You Hong Kihm[2]

1. Geoscience Platfrom Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 2. Geology Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

The geological lineament reflects the characteristics of various geological parameters and scale etc. In order to obtain more reliable analysis results, it is necessary to integrate the results from several experts' opinions. In this study, we used previous lineament data in the Korean Peninsula from the Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM) and obtained new lineament data from the field geologists such as structural geologist, paleoseismologist, and geomophologist. To ensure the reliability of the newly lineament analysis data, we used high-resolution satellite images and hill-shade relief maps which were constructed by a digital elevation model from the National Geographic Information Institute of Korea (NGII). In the prevailing direction analysis from the acquired lineament data, the NNE-SSW direction was the most dominant, but the ENE-WSE and NNW-SSE directions also showed highly frequency depending on the experts. Different lineament analysis results based on the same data are interpreted as a result of subjective experience and analytical criteria from each expert. Therefore, it is necessary to establish integrated criteria and consider various geographical data for the publication of reliable nation-wide lineament map.

Keywords: geological lineament, integrated map, density map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismicity along the Moradabad Basement Fault in the Central Ganga Plain: A Geological and Geophysical approach

*ANKIT GUPTA[1], Pitambar Pati[1], Chinmay Dash[1]

1. Indian Institute of Technology Roorkee

The basement of Indo-Gangetic plain is characterized by various fault bounded ridges and troughs. These Basement faults have great influence on the Ganga Plain tectonics. In response to the stress generated along the Himalaya these basement faults propagate surface ward and affect the sediment cover. This results in the form of Earthquakes along these basement faults. The present study shows several field evidences of surface deformation caused by the Moradabad basement fault. Soft sediment deformation structures (seismites) and surface faults are found at four different locations on the trace of the Moradabad basement fault in the upper Ganga Plain. Ground Penetrating Radar (GPR) survey across the fault also provides evidence of shallow subsurface deformations. The epicenters of historical earthquakes are concentrated along the Moradabad basement fault. The deformations can be attributed to possible pre-historic earthquake events associated with Moradabad basement fault as other impulsive stresses like slope instability, flood surges and rapid sediment deposition are absent. Close association of these secondary faults and deformation structures with the Moradabad basement fault indicate their origin is due to the stress release along this fault generated by Himalayan tectonics.

Keywords: Ganga Plain, Neotectonics, Basement Fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

パキスタン Muslim Bagh地域火山岩類の岩石学的・年代学的研究
Petrological and geochronological studies of the volcanic rocks in the Muslim Bagh area, Pakistan

*荒尾 眞成[1,2]、今山 武志[1]、八木 公史[3]、猪川 千晶[3]、澤田 順弘[4]、Rehanul Siddiqui[5]、Said Khan[5]
*Masanari Arao[1,2], Takeshi Imayama[1], Koshi Yagi[3], Chiaki Ikawa[3], Yoshihiro Sawada[4], Rehanul Haq Siddiqui[5], Said Rahim Khan[5]

1. 岡山理科大学　自然科学研究所、2. 岡山理科大学　生物地球学部、3. 蒜山地質年代学研究所、4. 島根大学　名誉教授、5. 地球科学研究所　パキスタン地質調査所
1. Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science, 2. Faculty of Biosphere - Geosphere Science, Okayama University of Science, 3. Hiruzen Institute for Geology and Chronology, 4. Emeritus Professor of Shimane University, 5. Geoscience Laboratory, Geological Survey of Pakistan

Several type volcanic rocks occurred in the Muslim Bagh (MB) area, which were developed mainly in the Cretaceous period at a continental active margin of the northwestern India subcontinent: Bibai-basalt intruded into the sediment from the Indian subcontinent, Bagh Complex(BC) consisting of melange and basalt-chert unit, and metamorphosed basalts in the Muslim Bagh Ophiolite (MBO) sequence. However, the division among these volcanic rocks is insufficient in terms of whole rock composition, mineral composition, and mineral assemblage. Radiolarians age of the chart layer in the BC implies that tholeiitic basalt in the BC formed during late Jurassic (Sawada et al., 1995), but there are no direct geochronological data for tholeiitic basalt. In addition, hornblende K-Ar age 82-67 Ma reported from meta-dolerite and gabbro in the MBO (Sawada et al., 1995) is unclear whether formation or metamorphic ages. In this study, whole-rock composition, mineral composition, and K-Ar age were investigated to understand the origin and ages of volcanic rocks in the MB area. According to SiO_2-(Na_2O+K_2O) discrimination diagram, the Bibai-basalt and a part of BC-basalt belong to alkali rock series (Alk.), whereas the MBO basalt and the other BC-basalt belong to non-alkali rock series. The latter series were classified into tholeiitic rock series (Tho.) based on FeO*/MgO-SiO_2 diagram. The Harker diagram indicate that the Bibai and BC(Alk.) basalts were rich in Ti and Nb, whereas the BC(Tho.)-basalt was rich in Cr. Alkali series rocks include abundant alkali feldspar, in contrast to plagioclase in non-alkali series rocks. The more metamorphic grade in the MBO-basalt increases, the more anorthite content in plagioclase and Mg/(Mg+Fe^{2+})ratio in hornblende increase. The Bibai-basalt contains Ti-clinopyroxene and Ti-amphibole, and the BC-basalt includes Ca-clinopyroxene. Based on these occurrences, the volcanic rocks in this study area are divided into four types. The BC (Tho.)-basalt yielded the K-Ar feldspar ages of ca. 78 Ma and ca. 51 Ma, which is significantly younger than the late Jurassic previously considered. The former age represents the formation age, whereas the latter age from altered sample may represent the timing of accretion or an apparent age affected by argon loss. The MBO-basalt mainly yielded the K-Ar amphibole ages from 78 Ma to 71 Ma with one exceptional age of ca. 99 Ma. The ca. 78-71 Ma ages are interpreted as the formation age, because there are no clear differences between low-grade and high-grade metamorphosed samples. These ages are also similar with the U-Pb zircon age of ca. 80 Ma obtained from plagiogranite in the MBO (Kakar et al., 2012). The ca. 99 Ma age older than other samples may attribute to the influence by excess argon. The similarities in whole-rock composition and formation ages between the MBO-basalt and BC (Tho.)-basalt implies that the BC(Tho.)-basalt was originally formed with the MBO-basalt. Then, the MBO-basalt experienced the metamorphism during obduction of ophiolite, whereas the BC(Tho.)-basalt was accreted to Indian continent without the metamorphism.
Reference: Sawada et al., 1995, GSP, 12, 73-80; Kakar et al., 2012 Geology, 40, 1099-1102

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：パキスタン、火山岩、全岩組成、K-Ar 年代
Keywords: Pakistan, Volcanic rocks, The Whole rock composition, K-Ar age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[S-GL28] 地域地質と構造発達史

コンビーナ:大坪 誠(産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門)、細井 淳(産業技術総合研究所地質調査総合センター地質情報研究部門)

日本列島を含めた東アジアを中心とした地域の地質学的研究を核に、地球物理を初めとする様々な研究成果とそれに基づく議論により、その地域の地質構造などの地球科学的実体を明らかにする．更にそこから、日本列島、東アジアにおける地質構造の検討や、その構造発達史の解明を目指す。

[SGL28-P01] 富山県砺波地域に分布する漸新世～中新世火山岩類の成因：日本海拡大にともなう陸弧～島弧火山活動の変遷

*山田 来樹[1]、高橋 俊郎[2]、植田 勇人[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

[SGL28-P02] 小川盆地と周辺の跡倉ナップの地質と中新世中期以降のテクトニクス

*小野 晃

[SGL28-P03] 埼玉県長瀞地域における三波川変成岩の小構造からみた古応力場の変遷

*中村 南[1]、高田 亞以子[1,2]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学、2.石油資源開発株式会社)

[SGL28-P04] 新岩脈法による丹沢トーナル岩中のマイクロクラックによる古応力方向の復元

*冨岡 美咲[1]、高木 秀雄[1] (1.早稲田大学)

[SGL28-P05] 立体斜度図を用いた地形判読で見出された北上山地，遠野-栗橋花崗岩体の環状断層

*土井 宣夫[1]、白澤 道生[2]、横山 隆三[2] (1.岩手大学地域防災研究センター、2.（株）横山空間情報研究所)

[SGL28-P06] ジルコン年代学によって明らかになった舞鶴構造帯（MTZ）の形成と再編

*早坂 康隆[1]、木村 光佑[1] (1.広島大学大学院理学研究科)

[SGL28-P07] **Erosional features of Soma Slope Channel, off Miyagi, Japan**

*Jih-Hsin Chang[1]、Takahiko Inoue[1]、Ayanori Misawa[1]、Kohsaku Arai[1] (1.Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial and Science Technology.)

[SGL28-P08] Preliminary Analysis Result for the Integrated Lineament Map in South Korea

*Hong-Jin Lee[1]、Kyoungtae Ko[2]、You Hong Kihm[2] (1.Geoscience Platfrom Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources、2.Geology Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

[SGL28-P09] **Seismicity along the Moradabad Basement Fault in the Central Ganga Plain: A Geological and Geophysical approach**

*ANKIT GUPTA[1]、Pitambar Pati[1]、Chinmay Dash[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

[SGL28-P10] パキスタン Muslim Bagh地域火山岩類の岩石学的・年代学的研究

*荒尾 眞成[1,2]、今山 武志[1]、八木 公史[3]、猪川 千晶[3]、澤田 順弘[4]、Rehanul Siddiqui[5]、Said Khan[5] (1.岡山理科大学　自然科学研究所、2.岡山理科大学　生物地球学部、3.蒜山地質年代学研究所、4.島根大学　名誉教授、5.地球科学研究所　パキスタン地質調査所)

富山県砺波地域に分布する漸新世～中新世火山岩類の成因：日本海拡大にともなう陸弧～島弧火山活動の変遷

Petrogenesis of Oligocene to Miocene volcanic rocks in the Tonami area, central Japan: temporal evolution of continental- to island-arc volcanism during the Japan Sea opening

*山田 来樹[1]、高橋 俊郎[2]、植田 勇人[2]
*Raiki Yamada[1], Toshiro Takahashi[2], Hayato Ueda[2]

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部
1. Graduate school of science and technology, Niigata University, 2. Faculty of Science, Niigata University

The Japan islands was torn from the continent to form island-arc by spreading of the Japan Sea in Late Oligocene to Early Miocene. Basaltic to rhyolitic active volcanism occurred in the Japan arc during the Japan Sea opening. Since many researchers have targeted mainly mafic volcanic rocks for petrological study, petrological and geochemical studies on Oligocene to Miocene rhyolites are not still enough. Therefore, we examined Oligocene to Miocene volcanic rocks, including Chattian to Aquitanian and Burdigalian to Langhian rhyolites, on the basis of petrology and geochemistry.
Oligocene to Miocene strata consist of the Tori Conglomerate, Usunaka Moonstone Rhyolite, and the Iwaine and Iozen formations, in stratigraphically ascending order (Sudo, 1979; Ganzawa, 1983), the study area, Nanto City, Toyama Prefecture. The Tori Conglomerate is composed of conglomerate and sandstone, whereas the others are composed of volcanic and pyroclastic rocks; the Usunaka Moonstone Rhyolite, and the Iwaine and Iozen formations consist of rhyolitic welded tuff, andesites (lava and pyroclastic rocks), and rhyolites (lava and pyroclastic rocks), respectively. In this study, weighted averages of ^{238}U–^{206}Pb ages of 22.4 ±0.7 and 16.3 ±0.6 Ma are obtained from zircons in the Usunaka Moonstone Rhyolite (welded tuff) and the Iozen Formation (aphyric lava; the same outcrop as FU06 of Ganzawa (1983)). These ages indicate formation ages of the rhyolites, because they are consistent with K–Ar (Yamasaki and Miyajima, 1970; Ueda and Aoki, 1970) or fission track ages (Ganzawa, 1983), whose blocking temperatures are much lower than zircon U–Pb age.
Following petrogenesis of Oligocene to Miocene volcanic rocks is considered by whole-rock chemical compositions (major and trace elements, and Sr–Nd isotopes) and comparison with other studies. The Usunaka Moonstone Rhyolite (25–22 Ma) is alkalic rhyolite showing intermediate compositions between continental rifts and continental-arcs, and its magma was S-type and relatively dry. Therefore, it is continental-arc rift-type rhyolite, and mafic magma in subduction zone would have melted crustal materials derived from sedimentary rocks. Andesitic volcanism of the Iwaine Formation can be divided into two stages (e.g., Yamada and Yamada, 2018); amphibole-bearing andesite (high Sr andesite; 19–18 Ma?) and two pyroxene andesites (18–16.5 Ma?). Amphibole-bearing andesite is low-SiO_2 adakite (Martin et al., 2005) generated by partial melting of mantle wedge matasomatised by adakitic melt formed by slab melting. Two pyroxene andesites, who and equivalent beds have the large distribution in the Hokuriku region, are continental-arc type tholeiites, and their compositions suggest AFC (assimilation and fractional crystallization). The Iozen Formation (16.5–15.0 Ma) has intermediate chemical compositions between continental- and island-arcs, and its magma was I-type and had high water content. The Iozen Formation got primitively dacitic to rhyolitic composition, and almost only fractional crystallization occurred in magma chamber. High-temperature state, which had continued since the Iwaine Formation, in mantle wedge would had caused crustal melting.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Above genesis of Oligocene to Miocene volcanic rock in the study suggests that high temperature was kept in mantle wedge and continental crust during the back-arc spreading and that tectonic settings changed as time went on; continental-arc rift, continental-arc, and continental- to island-arc. This reflect that the Japan arc developed from continental- to island-arc through the Japan Sea opening, a back-arc formation.

Ganzawa, Y. (1983) *Jour. Geol. Soc. Japan*, **89**, 271–286.
Sudo, S. (1979) *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 17, 187–194.
Ueda, Y. and Aoki, K. (1970) *Jour. Japan Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **63**, 28–29.
Yamada and Yamada (2018) *Sci. Rep. Niigata Univ., Geol.*, **33**, 25–40.
Yamasaki, M. and Miyajima, Y. (1970) *Jour. Japan Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **63**, 22–27

キーワード：日本海拡大、火山岩、流紋岩、岩石学、ジルコンU-Pb年代
Keywords: Japan Sea opening, volcanic rocks, rhyolite, petrology, zircon U-Pb age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

小川盆地と周辺の跡倉ナップの地質と中新世中期以降のテクトニクス
Geology and post mid-Miocene tectonics of the Ogawa basin and the Atogura Nappe

*小野 晃
*Akira Ono

関東山地の三波川帯では三波川ユニット，みかぶユニット，跡倉ナップとこの順に構造的下位から上位に重なる積層構造が認められる．跡倉ナップの分布域は，三波川変成岩類の上昇テクトニクスが顕著であるために限定的である．埼玉県の寄居ー小川地域では跡倉ナップが広く露出しており（Figure 1），ナップの主要部分は現地性の地質体に囲まれている．その境界は象ケ鼻ー朝日根断層や谷津断層や高谷断層などの高角断層である．跡倉ナップは小川盆地において下部中新統（約16Ma）の小園層の礫岩や砂によって不整合に被われている［１－３］．中新統に被われた跡倉ナップは，地塊の差別的昇降運動を受けている．跡倉ナップの主要分布域に存在するみかぶユニットは，このテクトニクスによって上昇してきた地質体である．中新統はあまり隆起しなかったために侵食されずに残存した地質体である．

＜地質＞ 小川盆地の西側部分について，緩傾斜（＜10°）の中新統が分布している．基盤岩は野竹地域では寄居層，中央部地域では石英閃緑岩，飯田地域では跡倉層である．野竹地域には粗粒砂岩を挟む礫岩が分布しており，礫岩には花崗岩や火砕岩や領家片麻岩などの礫が非常に多い（Figure 1の赤丸）．巨礫や大礫から成る礫層も存在し，礫の供給源は侵食されてしまった領家ナップ（Figure 1）で，ridge line rBの南方でridge line rCの北方に位置していたと推定される．跡倉ナップはみかぶユニットと領家ナップに挟まれた薄い板状の地質体である．礫岩層の最上部は秩父帯起源と推定されるチャートの小円礫に富み，その上に厚さ約３mの砂岩が重なる．砂岩の上には荒川層の泥岩が整合に重なる．その地点（標高約140m）での基盤岩の深度は不明であるが，砕屑物で埋め立てられた谷は深くないので，小園層の層厚は60-100mと推測される．野竹地域の北西部には小川盆地最北部の中新統が露出している．厚さ約10mの砂岩が寄居層を不整合で被う．砂岩の上には荒川層の泥岩が重なり，境界の標高は約140mである．

中央部地域の金勝山石英閃緑岩は，金勝山への旧登山口や兜川沿いなど各地で礫岩や砂岩や泥岩によって被われている［１，３］．地点**X**（Figure 1, 標高約100m）では，小園層の礫岩や砂岩が石英閃緑岩を不整合で被っている［２，３］．飯田地域の西端部では，礫岩や礫質砂岩や砂岩が標高の高い基盤岩近傍に分布し，泥岩は低地に分布している．砂岩や泥岩が同時期に堆積した可能性や小規模な高角断層（Figure 1A, C）が推定される．礫岩には古期岩類のチャートや砂岩や泥岩の小円礫が多い（Figure 1の黒丸）．花崗岩礫は大変少ないが，基質部には長石の破片が多い．なお，小川盆地の中新統は標高約160m以下に分布するが，地点＋では標高約200mに礫岩の小露頭が認められる．

Figure 1のA, B, Cは現在と荒川層の堆積時期ごろの南北方向の地質断面図である．小川盆地西側部分についての概念図である．中新世の断面図には現在の地表面が参考のために書き込まれている．中新世前期と現在の地表面および小園層の厚さの３要素に依存して，複数の中新世の地質断面図が想定可能である．Figure 1, Aは中新統堆積後の上昇テクトニクスが弱い場合の断面図で，Figure 1, B は上昇テクトニクスや傾動運動が小規模に起きている場合のものである．実際には不整合が各地に存在しており［１－３］，中新世前期と現在の地表面は各地で近接している（Figure 1, C）．

＜テクトニクス＞ 小川盆地の西側部分の野竹地域では，泥岩の出現する標高がほぼ一定であり，大規模な地塊の差別的昇降運動（上昇テクトニクス）を小園層の堆積以降に想定することは不可能である．中央部地域では石英閃緑岩が中新統と断層で接しており，断層活動を伴う上昇テクトニクスが想定される．しかし，みかぶ緑色岩は露出していないうえに，小園層がかなり広く分布している［１］．断層の変位量は，小園層の層厚をはるかに超えるような大きさではない．小川盆地東側部分の富士山地域では，跡倉ナップに囲まれたみかぶ緑

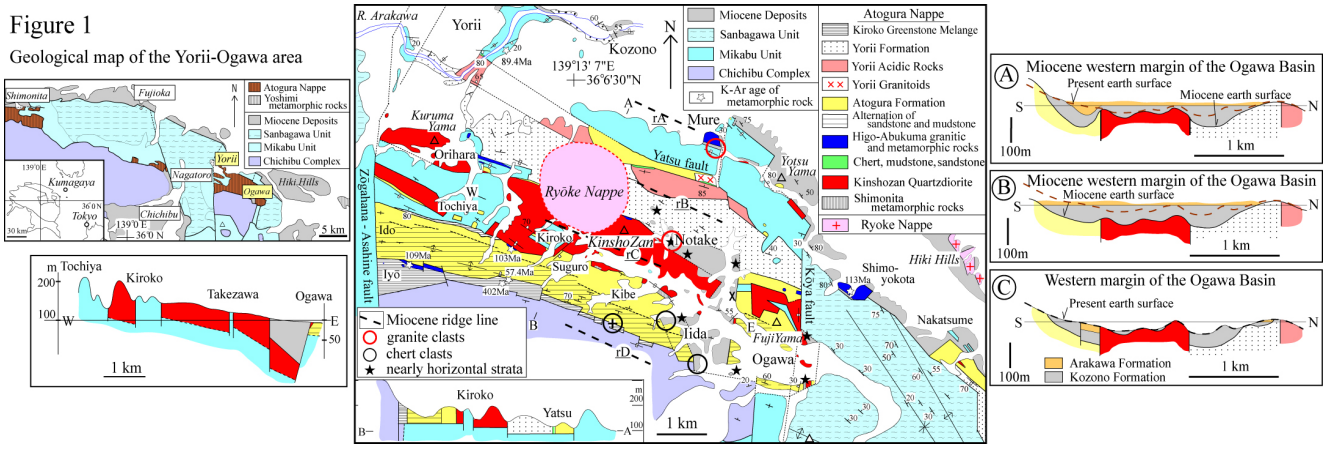
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

色岩の小岩体が３ヶ所に露出している．しかし，中新世の礫質砂岩の小分布も認められるので，中新世中期以降の跡倉ナップの上昇テクトニクスを過大評価すべきではない．

＜文献＞［１］間嶋，1989，静大地球科学研報，no. 15, 1-24．［２］牧本・竹内，1992，寄居地域の地質．５万分の１地質図幅．［３］小川町，1999，小川町の自然 地質編．

キーワード：関東山地、小川盆地、中新世前期、跡倉ナップ、小園層、荒川層
Keywords: Kanto Mountains, Ogawa basin, early Miocene, Atogura Nappe, Kozono Fm., Arakawa Fm.

Figure 1
Geological map of the Yorii-Ogawa area



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

埼玉県長瀞地域における三波川変成岩の小構造からみた古応力場の変遷
Paleostress transition estimated from small-scale deformation structures of the Sanbagawa metamorphic rocks in the Nagatoro area, Saitama Prefecture, central Japan

*中村 南[1]、高田 亞以子[1,2]、高木 秀雄[1]
*Minami Nakamura[1], Aiko Takada[1,2], Hideo Takagi[1]

1. 早稲田大学、2. 石油資源開発株式会社
1. Waseda University , 2. Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.

埼玉県長瀞地域によく露出する三波川変成岩中には, 褶曲, キンクバンド, 断層, 鉱物脈といった変形小構造が多数発達している. 植村・金崎 (1989) は, 長瀞地域の三波川変成岩類中にみられる変形小構造について詳細に記載し, 各構造の切断関係から，小構造の変形順序を5つのステージに分けた (D1~D5). 特に低延性度の構造においては, 逆断層型のキンクバンド (D4) が正断層型のキンクバンド, 小断層, 鉱物脈 (D5) に先立って形成されたことが分かっている. しかしながら, これらの変形小構造をもたらす古応力場に関する研究はほとんどない. そこで本報告では, 長瀞地域の三波川変成岩の変形小構造に対して様々な応力逆解析法を用いることで古応力場を推定し, その変遷について議論する.

古応力を推定するにあたり, キンクバンド(27個), 小断層（17個）, 白色(石英または方解石）鉱物脈(202個）の姿勢を測定した. キンクバンドに小断層解析法を適用できることが知られているため (Srivastava et al., 1999), キンクバンドおよび小断層に小断層解析法の一つであるHough法 (Yamaji et al., 2006) を用いて応力場の解析をおこなった. これにより, 逆断層型キンクバンド (D4) からは, σ_1が南西方向でσ_3が鉛直なStress D4を, 正断層型キンクバンドおよび小断層 (D5) からは, σ_1が鉛直でσ_3が北東方向のStress D5-1と, σ_1が北東方向に32°沈下しσ_3が南西方向に58°沈下したStress D5-2の2つの応力解を得た.

次に,「新岩脈法」 (Yamaji and Sato, 2011) を鉱物脈に適用することで, 2つの応力解を得た. 鉱物脈は植村・金崎 (1989) の変形ステージにおけるD5にあたり, キンクバンドと小断層から求めたD5の2つの応力と整合的な結果が得られた. さらに,鉱物脈中の方解石変形双晶にHough法を用いたマイクロスケールの応力解析により, Stress D5-1がStress D5-2に先立って作用したことが示された. 以上をまとめると, 長瀞地域の三波川変成岩が被った応力は少なくとも3段階あり, 古応力場はStress D4からStress D5-1, そしてStressD5-2へと変遷したと考えられる. また, 各小構造の平均延性度や, 方解石変形双晶の幾何学的特徴から推定される変形温度(200℃前後: Burkhard, 1993)を考慮すると, これらの小構造は三波川変成岩の上昇時に順々にできたものと考えられる.

キーワード：三波川変成帯、キンクバンド、鉱物脈、断層、古応力解析
Keywords: Sanbagawa metamorphic belt, kink band, mineral vein, fault, paleostress analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新岩脈法による丹沢トーナル岩中のマイクロクラックによる古応力方向の復元

Estimation of the paleostress directions using “new dyke method” from the microcracks in the Tanzawa Tonalite

*冨岡 美咲[1]、高木 秀雄[1]
*Misaki Tomioka[1], Hideo Takagi[1]

1. 早稲田大学
1. Waseda University

伊豆–小笠原弧の本州弧に対する衝突を記録している南部フォッサマグナ地域には，ジルコンU-Pb年代値から5–4Ma (Tani et al., 2010) に貫入した丹沢トーナル岩体が分布する．この衝突直後の古応力方向の復元については，佐藤・高木 (2010) によると，貫入直後に形成したヒールドマイクロクラック (以下，HC) およびその後の上昇の時期に形成されたシールドマイクロクラック (以下，SC) を用いた古応力方向の解析結果は，σ_{Hmax}の方向がN-S～NNE-SSW方向で変化しなかったとされた．近年，割れ目の極投影に確率密度分布であるビンガム分布 (Bingham, 1974) をフィッティングさせることにより，異なる応力方向を複数のクラスタに分離し，σ_1, σ_2, σ_3および応力比を求める方法 (以下，新岩脈法) が開拓された (Yamaji et al. 2010, Yamaji and Sato, 2011)．そこで，本研究では，佐藤・高木 (2010) が求めたσ_{Hmax}がσ_1とσ_2のどちらかであるかを明らかにするため，改めて佐藤・高木 (2010) が用いた試料と同じ定方位試料を用いて，古応力方向の復元を行った．手法として, 3面直交薄片を用い，石英粒子内部に認められるHCおよびSCの走向・傾斜についてUステージを用いて測定し, その極の分布図から新岩脈法と補正法 (金井ほか，2014) を用いてσ_1, σ_2, σ_3を求めた．

年代が異なる石割山岩体を除く丹沢トーナル岩体から採取された22試料の定方位薄片を使用し, HCを用いた16地点分, SCを用いた22地点分の卓越応力が明らかとなった．それによるとHCでは鉛直方向のσ_1の集中, SCではバラつきが大きいもののNE-SW方向のσ_1の集中が見られた．丹沢地域の古地磁気により判明している10°の時計回りの回転 (金丸・高橋, 2005) を元に戻すと， HCが形成した5–4Ma頃に鉛直方向のσ_1, その後のSC形成時にはおよそNNE-SSW方向に最大主応力を被っていたことが明らかになった．従って，佐藤・高木 (2010) が求めたHC形成時のσ_{Hmax}はσ_2であることが明らかとなった．この鉛直方向の応力方向は，丹沢地塊の衝突終了時の応力方向を反映しており，火山島を乗せたフィリピン海プレートの潜り込みに伴う鉛直方向の押し上げが，水平方向の圧縮よりも卓越していたものと考えられる．一方，SCの形成時期はHCとの切断関係よりHC形成後であり，巨大なブロックが水平方向の圧縮を卓越させたと考えると，1Ma頃の伊豆半島の衝突の時期である可能性がある．

文献：
Bingham C., 1974, *Annals of Statistics. 2*, **6**, 1201-25.
金井拓人・山路 敦・高木秀雄，2014, 地質雑, **120**, 23-35.
金丸龍夫・高橋正樹, 2005, **111**, 458-475.
佐藤隆恒・高木秀雄, 2010, 地質雑, **116**, 309-320.
Tani, K, Dunkley, D. J, Kimura, J., Wysoczanski, R. J, Yamada, K. and Tatsumi, Y., 2010, *Geology*, **38**, 215–218.
Yamaji, A., Sato, K. and Tonai, S., 2010, *Jour. Struct. Geol.,* **32**, 1137-1146.
Yamaji, A. and Sato, K., 2011, *Jour. Struct. Geol.,* **33**, 1148-1157.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

立体斜度図を用いた地形判読で見出された北上山地，遠野-栗橋花崗岩体の環状断層

Ring faults topographically discovered in the Tono-Kurihashi granitic plutonic masses by using a cnstant vertical exaggeration stereoscopic map of slope, Kitakami massif

*土井 宣夫[1]、白澤 道生[2]、横山 隆三[2]
*Nobuo Doi[1], Michio Shirasawa[2], Ryuzo Yokoyama[2]

1. 岩手大学地域防災研究センター、2. （株）横山空間情報研究所
1. Research Center for Regional Disaster Management, Iwate University, 2. Yokoyama Geo-Spatial Information Laboratory Co., Ltd.

北上山地最大の遠野-栗橋花崗岩体の地形判読を実施した．判読には5mメッシュDEMから作成した10万分の1立体斜度図（CVESマップ；横山ほか，2012）を用いた．新たに見出された環状断層（ring fault；RFと略）は遠野北部岩体東半と同南部岩体および栗橋岩体にある．遠野北部岩体のRFは環（直径約13km）の東部に当る二重の弧状断層で，断層に沿って花崗斑岩が貫入する．同南部岩体のRFは長楕円形（長径約11km，短径約4km）で，長軸は西隣の人首花崗岩体の伸長方向と平行である．栗橋岩体のRFは長径約11kmで二重である．これらのRFはコールドロンの深部構造に相当しよう．

遠野北部岩体は時代の異なる累帯深成岩体からなる（西村ほか，1999）が，岩体周縁の古期岩体は環状の台地，岩体中心の新期岩体は大きく侵食された低い丘陵地である．両地形は環状に分布する急斜面で分離され，斜面上端と下端に遷移線が認定され追跡される．台地をつくる古期岩体は新期岩体の接触変成作用を受けて再結晶化して堅硬になり，台地として残存していると考えられる．

遠野-栗橋岩体には東北東-西南西ないし東西方向の平行した断層（parallel fault；PFと略）が多数分布し，中には長さが10kmに達するものがある．PFは古期岩体のみに分布し，母岩古生層には連続せず，新期岩体には分布しない．したがって遠野-栗橋岩体の形成史は，古期岩体貫入とRF（コールドロン）形成，PF形成，新期岩体貫入と古期岩体への接触変成作用の順となり，古期岩体と新期岩体の間にはPFが形成された時代に相当する年代差があることになる．

引用文献：横山ほか（2012）JpGU，HGM21-09．；西村ほか（1999）地質学論集，no.53，177-188.

キーワード：遠野-栗橋花崗岩体、立体斜度図、環状断層、平行断層、遷移線、コールドロン
Keywords: Tono-Kurihashi granitic plutonic masses, CVES map, ring fault, parallel fault, knick point, cauldron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジルコン年代学によって明らかになった舞鶴構造帯（MTZ）の形成と再編

The Maizuru tectonic zone (MTZ), its formation and rearrangement as revealed by new zircon chronology data

*早坂 康隆[1]、木村 光佑[1]
*Yasutaka Hayasaka[1], Kosuke Kimura[1]

1. 広島大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Hiroshima University

In the Pre-Cretaceous terranes of Inner Zone of SW Japan showing low-angle piled nappe structure, only Maizuru zone shows a continuous narrow zonal arrangement. Therefore, the Pre-Cretaceous basement of the adjacent area is separated north and south by this zone. The Maizuru zone characterized by melange-like disrupted terrane with exotic blocks of plutonic complex called "Yakuno rocks" and has often been called Maizuru tectonic zone (MTZ) for that reason. MTZ is divided into three subzones, Northern, Central and Southern zones by their lithologies in its typical Maizuru area. The Southern Maizuru zone consists mainly of Yakuno ophiolite originated from the Permian intra-oceanic island arc and back-arc basin crust that occurred in the early Carboniferous oceanic crust, and the Central Maizuru zone consists of clastic rocks deposited in the back-arc basin.[1] In significant contrast with those two subzones, the Northern Maizuru zone is composed mainly of deformed granitic rocks with subordinate amount of pelitic gneiss, metagabbro and metadolerite indicating an affinity of a matured continental crust. [2] Zircon U-Pb ages of 441.9 ±2.8 Ma, 424-405 Ma, 291.6 ±4.3 Ma, and 249-243 Ma have been reported from granitic rocks of the Northern Maizuru zone of Type area so far. [3] [4] After that, granite mylonites of 488.7 ±0.9 Ma, 449.3 ±3.6 Ma, 323-301 Ma were also found in the Kume area of Okayama Prefecture 120 km west of the Type area. According to the age of intrusion, inherited ages, mode of occurrence and their similar geological setting, the Siluro–Devonian granites of the Northern zone can be correlated with the Khanka massif, southern Primorye, Russia.

Recently, we found granitic rocks showing zircon U-Pb ages of the Paleoproterozoic Era from the western end of MTZ in the Tsuwano area of Shimane Prefecture. [5] These granitic rocks exist as lenticular blocks in a narrow zone of 150 to 300 m in width. Zircon U-Pb ages are 1836 ±17 Ma for orthogneiss and 1853 ±14 Ma for tonalite, while that of granodiorite is 415.2 ±2.5 Ma. Paleoproterozoic zircon grains often contain inherited 2800-2100 Ma core. Furthermore, these rocks are accompanied by meta-quartzite blocks containing detrital zircon with two age clusters at around 2500 Ma and 2700 Ma. These Paleoproterozoic rocks are considered to be the exotic blocks originated from the North China Craton on the basis of their age affinity. In Tsuwano area, this narrow zone is embedded in the Permian strata and Jurassic accretionary complex and its metamorphic equivalents. Such a structure is anomalous to the piled nappe structure of the Pre-Cretaceous Terranes of SW Japan. As in response to the east-west change of dominant age of the Northern Maizuru zone, the age spectra of the detrital zircon of the adjacent Permo-Triassic strata in the MTZ also dominates the ages of 500-400 Ma in the eastern part, and the ages at around 1800 Ma dominates in the west. We consider that these blocks in the Northern Maizuru zone were displaced by the lateral fault movement along the northern boundary of MTZ.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] M. Fujii, Y. Hayasaka, K. Terada, Island Arc, 17(2008) 322-341.

[2] Y. Hayasaka, K. Ikeda, T. Shisido, M. Ishizuka, Shimamoto et al. (eds.) *Tectonics and Metamorphism (The Hara Volume),*SOUBUN Co. Ltd. (1996) 134-44 (in Japanese with English abstract).

[3] K. Ikeda, Y. Hayasaka, Jour. Min., Petrol. and Economic Geol. 89 (1994), 443–54 (in Japanese with English abstract).

[4] K. Kimura, Y. Hayasaka, T. Shibata, K. Kawaguchi, H. Fujiwara, Jour. Geol. Soc. Japan (2019) *in press* (in Japanese with English abstract).

[5] Y. Tsutsumi, K. Yokoyama, S.A. Kasatkin, S.A., V.V. Golozubov, Jour. Min. Petrol. Sci 109 (2014) 97-102.

キーワード：舞鶴構造帯、西南日本内帯、古原生代、ジルコンU-Pb年代、島根県津和野地域、北中国地塊
Keywords: Maizuru tectonic zone, Inner zone of Southwest Japan, Paleoproterozoic, zircon U-Pb age, Tsuwano area, Shimane Prefecture, North China cartoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Erosional features of Soma Slope Channel, off Miyagi, Japan

*Jih-Hsin Chang[1], Takahiko Inoue[1], Ayanori Misawa[1], Kohsaku Arai[1]

1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial and Science Technology.

Located at the boundary between Pacific Plate and North America Plate, Tohoku (NE Japan) is the forearc slope of the active subduction zone, featuring as a tectonically active margin. In the central part off Tohoku, the bathymetric data off Miyagi show that there is a channel (Soma Slope Channel) connecting shallow marine (< 500 m) and slope terrace (>1000 m). The reflection seismic data across the Soma Slope Channel show more than 10 U-shaped and V-shaped reflectors, suggesting that channelized features and filling of the channels. Besides, the channel-shaped reflectors became shallower toward north, suggesting a series of northward migration of the Soma Slope Channel. The reflection seismic data along the axis of the Soma Slope Channel show a several regional erosional surfaces and could be regarded as stratigraphic sequences boundaries. The ages of these stratigraphic sequences boundaries derived from exploration well (MITI Soma-oki) indicates that this slope channel system is likely to develop during Pliocene-Pleistocene. It seems that the Pliocene-Pleistocene sequence are thick and the Miocene-age strata are generally deep south of the Soma Slope Channel, while Pliocene-Pleistocene sequence are thinner and the Miocene-age strata are shallower north of the Soma Slope Channel. Whether the Soma Slope Channel is structural-dominated or sedimentary-dominated as well as the mechanism of channel migration will be discussed in this study.

Keywords: submarine channel, Tohoku, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary Analysis Result for the Integrated Lineament Map in South Korea

*Hong-Jin Lee[1], Kyoungtae Ko[2], You Hong Kihm[2]

1. Geoscience Platfrom Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 2. Geology Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

The geological lineament reflects the characteristics of various geological parameters and scale etc. In order to obtain more reliable analysis results, it is necessary to integrate the results from several experts' opinions. In this study, we used previous lineament data in the Korean Peninsula from the Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM) and obtained new lineament data from the field geologists such as structural geologist, paleoseismologist, and geomophologist. To ensure the reliability of the newly lineament analysis data, we used high-resolution satellite images and hill-shade relief maps which were constructed by a digital elevation model from the National Geographic Information Institute of Korea (NGII). In the prevailing direction analysis from the acquired lineament data, the NNE-SSW direction was the most dominant, but the ENE-WSE and NNW-SSE directions also showed highly frequency depending on the experts. Different lineament analysis results based on the same data are interpreted as a result of subjective experience and analytical criteria from each expert. Therefore, it is necessary to establish integrated criteria and consider various geographical data for the publication of reliable nation-wide lineament map.

Keywords: geological lineament, integrated map, density map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismicity along the Moradabad Basement Fault in the Central Ganga Plain: A Geological and Geophysical approach

*ANKIT GUPTA[1], Pitambar Pati[1], Chinmay Dash[1]

1. Indian Institute of Technology Roorkee

The basement of Indo-Gangetic plain is characterized by various fault bounded ridges and troughs. These Basement faults have great influence on the Ganga Plain tectonics. In response to the stress generated along the Himalaya these basement faults propagate surface ward and affect the sediment cover. This results in the form of Earthquakes along these basement faults. The present study shows several field evidences of surface deformation caused by the Moradabad basement fault. Soft sediment deformation structures (seismites) and surface faults are found at four different locations on the trace of the Moradabad basement fault in the upper Ganga Plain. Ground Penetrating Radar (GPR) survey across the fault also provides evidence of shallow subsurface deformations. The epicenters of historical earthquakes are concentrated along the Moradabad basement fault. The deformations can be attributed to possible pre-historic earthquake events associated with Moradabad basement fault as other impulsive stresses like slope instability, flood surges and rapid sediment deposition are absent. Close association of these secondary faults and deformation structures with the Moradabad basement fault indicate their origin is due to the stress release along this fault generated by Himalayan tectonics.

Keywords: Ganga Plain, Neotectonics, Basement Fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

パキスタン Muslim Bagh地域火山岩類の岩石学的・年代学的研究
Petrological and geochronological studies of the volcanic rocks in the Muslim Bagh area, Pakistan

*荒尾 眞成[1,2]、今山 武志[1]、八木 公史[3]、猪川 千晶[3]、澤田 順弘[4]、Rehanul Siddiqui[5]、Said Khan[5]
*Masanari Arao[1,2], Takeshi Imayama[1], Koshi Yagi[3], Chiaki Ikawa[3], Yoshihiro Sawada[4], Rehanul Haq Siddiqui[5], Said Rahim Khan[5]

1. 岡山理科大学　自然科学研究所、2. 岡山理科大学　生物地球学部、3. 蒜山地質年代学研究所、4. 島根大学　名誉教授、5. 地球科学研究所　パキスタン地質調査所
1. Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science, 2. Faculty of Biosphere - Geosphere Science, Okayama University of Science, 3. Hiruzen Institute for Geology and Chronology, 4. Emeritus Professor of Shimane University, 5. Geoscience Laboratory, Geological Survey of Pakistan

Several type volcanic rocks occurred in the Muslim Bagh (MB) area, which were developed mainly in the Cretaceous period at a continental active margin of the northwestern India subcontinent: Bibai-basalt intruded into the sediment from the Indian subcontinent, Bagh Complex(BC) consisting of melange and basalt-chert unit, and metamorphosed basalts in the Muslim Bagh Ophiolite (MBO) sequence. However, the division among these volcanic rocks is insufficient in terms of whole rock composition, mineral composition, and mineral assemblage. Radiolarians age of the chart layer in the BC implies that tholeiitic basalt in the BC formed during late Jurassic (Sawada et al., 1995), but there are no direct geochronological data for tholeiitic basalt. In addition, hornblende K-Ar age 82-67 Ma reported from meta-dolerite and gabbro in the MBO (Sawada et al., 1995) is unclear whether formation or metamorphic ages. In this study, whole-rock composition, mineral composition, and K-Ar age were investigated to understand the origin and ages of volcanic rocks in the MB area. According to SiO_2-(Na_2O+K_2O) discrimination diagram, the Bibai-basalt and a part of BC-basalt belong to alkali rock series (Alk.), whereas the MBO basalt and the other BC-basalt belong to non-alkali rock series. The latter series were classified into tholeiitic rock series (Tho.) based on FeO*/MgO-SiO_2 diagram. The Harker diagram indicate that the Bibai and BC(Alk.) basalts were rich in Ti and Nb, whereas the BC(Tho.)-basalt was rich in Cr. Alkali series rocks include abundant alkali feldspar, in contrast to plagioclase in non-alkali series rocks. The more metamorphic grade in the MBO-basalt increases, the more anorthite content in plagioclase and Mg/(Mg+Fe^{2+})ratio in hornblende increase. The Bibai-basalt contains Ti-clinopyroxene and Ti-amphibole, and the BC-basalt includes Ca-clinopyroxene. Based on these occurrences, the volcanic rocks in this study area are divided into four types. The BC (Tho.)-basalt yielded the K-Ar feldspar ages of ca. 78 Ma and ca. 51 Ma, which is significantly younger than the late Jurassic previously considered. The former age represents the formation age, whereas the latter age from altered sample may represent the timing of accretion or an apparent age affected by argon loss. The MBO-basalt mainly yielded the K-Ar amphibole ages from 78 Ma to 71 Ma with one exceptional age of ca. 99 Ma. The ca. 78-71 Ma ages are interpreted as the formation age, because there are no clear differences between low-grade and high-grade metamorphosed samples. These ages are also similar with the U-Pb zircon age of ca. 80 Ma obtained from plagiogranite in the MBO (Kakar et al., 2012). The ca. 99 Ma age older than other samples may attribute to the influence by excess argon. The similarities in whole-rock composition and formation ages between the MBO-basalt and BC (Tho.)-basalt implies that the BC(Tho.)-basalt was originally formed with the MBO-basalt. Then, the MBO-basalt experienced the metamorphism during obduction of ophiolite, whereas the BC(Tho.)-basalt was accreted to Indian continent without the metamorphism.
Reference: Sawada et al., 1995, GSP, 12, 73-80; Kakar et al., 2012 Geology, 40, 1099-1102

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：パキスタン、火山岩、全岩組成、K-Ar 年代
Keywords: Pakistan, Volcanic rocks, The Whole rock composition, K-Ar age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)

火山災害には、降灰・火砕流・岩屑なだれ・ラハール・溶岩流など多様な要因があり、その災害軽減にはシミュレーション技術、GIS技術、防災情報の受け手である住民への効果的な伝達技術など、広範囲にわたる技術と知識の整備と共有が必要である。また、火山ハザードマップの作成、噴火シナリオの検討、確率論的な噴火予測などの研究も必要とされている。本セッションでは、火山防災に向けた理論や技術開発、適用事例、火山災害事例に関する発表を募る。また、データベースの開発や、教育・啓発活動などに関連する発表も歓迎する。

[SVC35-P01] 1914年櫻島噴火を描いた油絵

*室谷 智子[1] (1.国立科学博物館)

[SVC35-P02] デジタル版火山ハザードマップデータベースの構築とその利活用について

*河野 裕希[1]、久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、棚田 俊收[1] (1.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

[SVC35-P03] Tephra2と気象庁55年長期再解析データ（JRA-55）を用いた降灰シミュレーション

*佐々木 寿[1]、三浦 俊介[1]、成毛 志乃[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC35-P04] 衛星SARを用いた降灰量分布推定手法の研究（序論）

*小澤 拓[1]、藤田 英輔[1] (1.防災科学技術研究所)

[SVC35-P05] 火山地域における土石流氾濫の推定手法の開発

*山崎 祐介[1]、藤村 直樹[1]、手塚 咲子[1]、水野 正樹[1]、石井 靖雄[1]、菊井 稔宏[2]、吉田 真也[2]、五十嵐 勇気[2]、山越 隆雄[2] (1.国立研究開発法人土木研究所、2.砂防・地すべり技術センター)

[SVC35-P06] 栗駒山昭和湖および大地獄谷登山道付近における硫化水素濃度の連続観測

*伊藤 英之[1]、山本 泰道[2]、大庭 憲二[2]、辻 盛生[1]、大場 武[3] (1.岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2.株式会社ジェイエムエス、3.東海大学理学部)

1914年櫻島噴火を描いた油絵
Oil paintings describing the 1914 Sakurajima eruption

*室谷 智子[1]
*Satoko Murotani[1]

1. 国立科学博物館
1. National Museum of Nature and Science

国立科学博物館（以下，科博）に残る地震資料の一部は東京帝国大学地震学教室に由来するものであるが，その中に，1914年（大正3年）1月12日から始まった桜島噴火の様子を描いた3枚の油絵が残されていた（サイズ：約805mm×610mm×20mm）．キャンバスには油絵具で，2枚には「NANTO OMURE 1914」，1枚には「KANEHIDE YAMASHITA 1914」とサインが描かれてあった．さらに「KANEHIDE YAMASHITA」による油絵の裏面木枠の中桟に，「大正三年一月十三日夜十一時之櫻島　鹿児島　山下兼秀」と墨で書かれていた．これらは，日本を代表する鹿児島県出身の洋画家・黒田清輝の弟子で，同じく鹿児島出身の大牟礼南塘，山下兼秀によって描かれたものである．大牟礼南塘の筆によるもののうち1枚は，噴火後に桜島の現地調査を行った東京帝国大学の地震学者・大森房吉の依頼によって描かれたものであることが分かった．『大正三年櫻島大爆震記』（1916，鹿児島新聞記者編）にこの絵の写真が掲載されており，「大森博士の依嘱に依り大牟礼南濤画伯の描ける爆発當時の櫻島　見よ，閃々たる電光，流星の如き噴石」と紹介されている．黒田はたまたま噴火時に鹿児島に帰省しており，噴火の様子を目撃し，スケッチに残している（後にこれらのスケッチを今村明恒に油彩画にして渡しており，現在は鹿児島市立美術館に残されている）．大森が調査のために桜島に到着したのは1月16日であったため，噴火直後の桜島は見ていない．噴火時の電光が見たかったが，黒田が電光の様子を描いたスケッチが非常に参考になると当時の新聞にコメントが残っており（大阪毎日新聞，1月20日発行），噴火直後の様子を描いてくれるよう同時期に鹿児島にいた弟子の大牟礼や山下に依頼したのではないかと思われる．噴火時の写真はたくさん残されているが白黒であり，油絵具で描かれた噴火直後の様子は，噴煙や電光のすさまじさをまざまざと伝えている．山下による桜島噴火の様子を描いた油絵は，鹿児島市立美術館や鹿児島県立博物館にも数枚残されている．

これら3枚の絵は，額に入れられて東京帝国大学地震学教室に飾られていたようである．1971年に科博の所蔵資料となったが，当時付けられていた額はすでに無く，経年劣化によるキャンバスの痛みや汚れ，カビ等が見られた．理学資料として当時の災害を知るために貴重であるというだけでなく，美術分野にとっても，鹿児島洋画壇の祖である大牟礼南塘，黄金期を作った山下兼秀によって描かれたこれらの絵は大変貴重であり，科博以外での展示にも耐えられるように額装・修復を行った．描かれてから100年も経っていたためにかなりくすんでいたが，それでも保存状態は良い方だったと思われ，今回の修復によってかなり鮮やかに蘇った．修復前の大牟礼南塘と修復後の山下兼秀の絵は，科博の企画展「標本づくりの技」（会期2018年9月4日~2018年11月25日）にて展示を行った．

地震や火山に関係する資料は，研究資料や教育目的の理科教材として扱われるだけでなく，歴史的な資料は文化財や美術品としての価値を十分に持ち合わせているものも多い．これらの油絵が美術館や博物館などの展示品として，普段火山噴火や地球科学になじみのない方々にも過去の火山災害を知ってもらえるきっかけとなれば幸いである．

キーワード：1914年（大正3年）桜島噴火、油絵、大森房吉、黒田清輝、大牟礼南塘、山下兼秀
Keywords: The 1914 Sakurajima eruption, oil printing, Fusakichi Omori, Seiki Kuroda, Nanto Omure, Kanehide Yamashita

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

デジタル版火山ハザードマップデータベースの構築とその利活用について
Constructing and utilizing digitized volcanic hazardmap database

*河野 裕希[1]、久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、棚田 俊收[1]
*Yuhki Kohno[1], Tomohiro Kubo[1], Yosuke Miyagi[1], Toshikazu Tanada[1]

1. 国立研究開発法人　防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

防災科学技術研究所（以後、防災科研）では、1983年から2013年までに公表された40活火山のハザードマップ・防災マップを網羅的に収録し、「日本の火山ハザードマップ集　第２版」として報告した。その後、2014年の御嶽山噴火に伴い、2015年の活火山法改正により全国の活火山の麓に位置する自治体では火山ハザードマップの作成が義務づけられた*。防災科研では火山災害対策に資する研究を推進させるために、常時観測火山50火山における各火山防災協議会によって作成されたハザードマップのデジタル化およびWebGISで活用するためのデータ整備を進めている。本発表ではその整備状況とデータ利活用の事例について報告する。

各火山のハザード情報はシェープファイル形式で構築しており（久保他(2018）にて報告済み）様々なGISで活用できるように整備を進めている。さらに、オンライン環境で利用できるようにするため、それらシェープファイルをタイル情報に変換し、WebGIS上で整備している。WebGISにはいつでも誰でもどこからでもアクセスすることができるので、本マップは発災時のオンラインハザードマップとして活用できるだけでなく、平時の周知啓発ツールとして活用することで火山災害への関心につながるきっかけになることも期待される。また、ハザード情報の利活用については、久保他(2003)**を火山ハザード情報に適用し、ある火山地域をメッシュで分割し、特定の火山や複数の火山による様々なハザードをメッシュ単位で情報を整理・提供することも検討している。そのメッシュ単位での情報によりユーザーはどのようなハザードに晒されているかを確認することができ、また複数の火山による影響がある際はそういった情報も容易に知ることもできるため、発災前に様々な危険度を把握しておくことができる。

本発表では火山防災に関わる情報の効果的な表現方法やハザードマップデータベースの利活用について議論したいと考える。

*内閣府防災(2015)平成27年の活火山法改正について,
http://www.bousai.go.jp/kazan/taisaku/k404_1.htm

** 久保智弘・久田喜章・柴山明寛・大井昌弘・石田瑞穂・藤原広行・中山圭子(2003)全国地形分類図による表層地盤特性のデータベース化，および，面的な早期地震動推定への適用

キーワード：デジタル化ハザードマップ、WebGIS
Keywords: digitized volcano hazard map, WebGIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tephra2と気象庁55年長期再解析データ（JRA-55）を用いた降灰シミュレーション
Pyroclastic fall simulation using Tephra2 and JRA-55

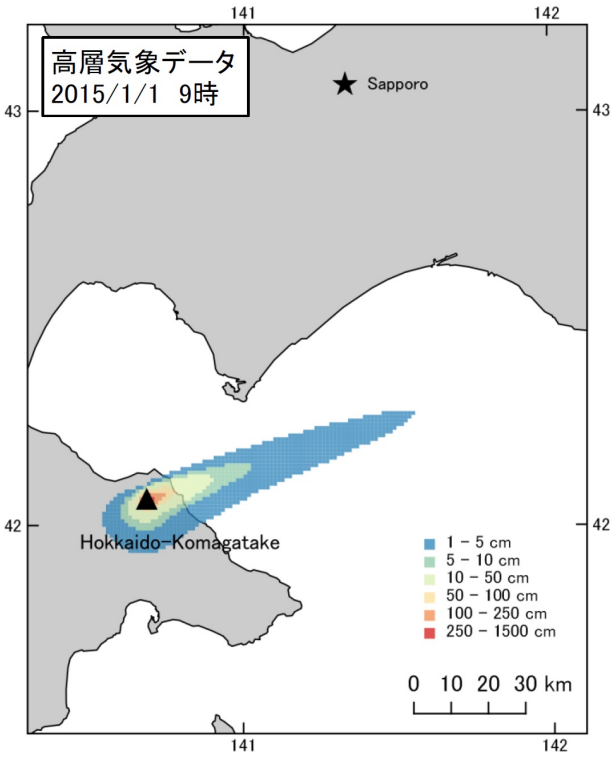
*佐々木 寿[1]、三浦 俊介[1]、成毛 志乃[1]
*Hisashi Sasaki[1], Shunsuke Miura[1], Shino Naruke[1]

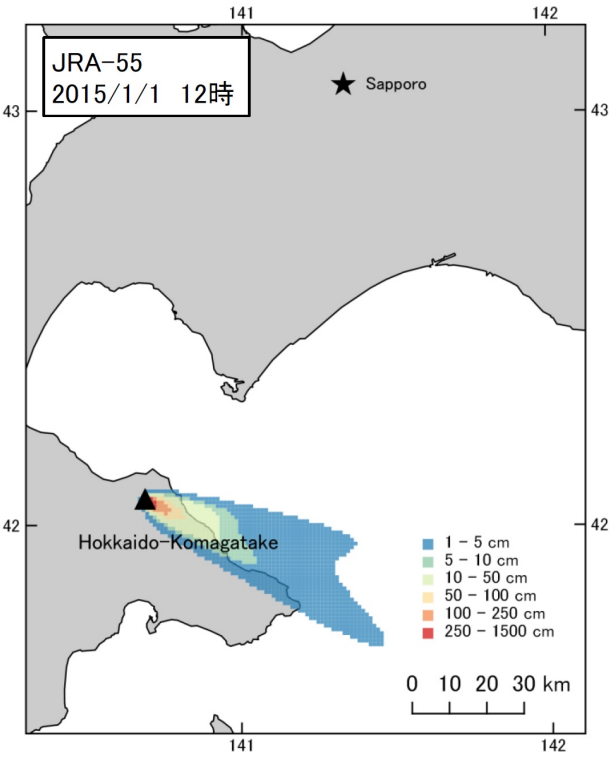
1. アジア航測株式会社
1. Asia Air Survey Co., Ltd.

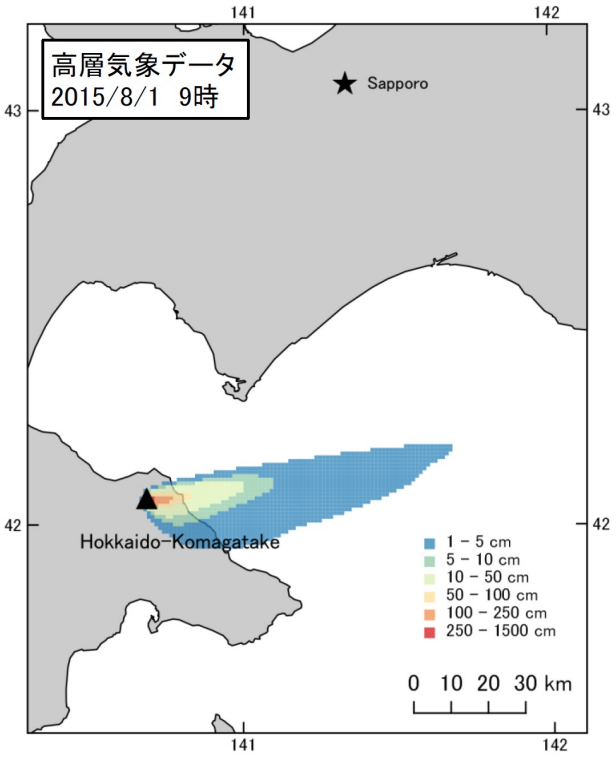
降灰（降下火砕物）の火山ハザードマップを作成する場合，過去の実績に基づく方法と数値シミュレーションを用いた方法が用いられる．近年はTephra2(Bonadonna et al., 2005)など無償で公開されているプログラムを用いた数値シミュレーションにより作成されるケースが増加している．Tephra2を用いた数値シミュレーションには，噴煙柱，風向・風速，地形の情報が必要である．噴煙柱に関する設定が最も難しく，この設定のためパラメータスタディを行い，パラメータを決定することが多い．降灰の分布方向や分布範囲に影響を与えるのは風向・風速である．シミュレーションで用いる風データについて，火山防災マップ作成指針（内閣府ほか，2013）では，「風向・風速は，気象庁ホームページの気象庁統計情報にある過去の気象データ検索（高層）で紹介されている月平均値を使うと良い」とされている．ところが，高層気象観測点は日本国内には16点しかなく，海岸沿いに設置されていることが多い．そのため，対象火山から最寄りの観測点まで100 km以上も離れてしまうケースが多い．そこで本研究では降灰のハザードマップ作成に，気象庁55年長期再解析データ（以下，JRA-55と略す）の利用を検討した．JRA-55はラジオゾンデによる定時観測ネットワークが確立された1958年以降の再解析データである．高層気象データと比較した場合のJRA-55を使用するメリットとしては，1.25度間隔の格子データであるため内陸部も網羅できること，欠測が無いこと，1日4つのデータ(0時，6時，12時，18時)があることがある．JRA-55の使用する場面としては，過去の噴火の降灰の再現である．1958年以降のデータがあるため，例えば有珠山1977年噴火や御嶽山2014年噴火などの再現計算を行うことができる．藤原(2018)は新潟焼山1974年噴火の再現計算結果を報告している．火山ハザードマップへの利用としては，過去50年以上の月間の平均データがあるため，月別の降灰が分布しやすい範囲を把握することが可能である．また，長期間のデータを用いた大量計算（例えば，1日4ケース×50年間＝約73,000ケース）を実施することで，長期間の風データを考慮した降灰確率マップの作成も可能となる．発表では北海道駒ヶ岳1929年噴火等の具体的事例について紹介する．

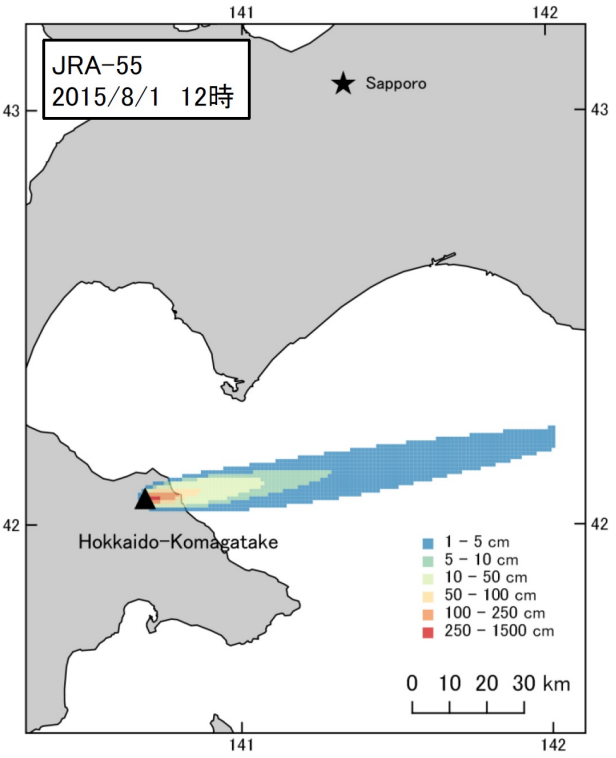
キーワード：降灰シミュレーション、気象庁55年長期再解析データ、ハザードマップ、確率マップ
Keywords: pyroclastic fall simulation , the Japanese 55-year Reanalysis, hazard map, probability map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.









©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星SARを用いた降灰量分布推定手法の研究（序論）
Research on observation method of volcanic ash-fall accumulation using spaceborne SAR

*小澤 拓[1]、藤田 英輔[1]
*Taku Ozawa[1], Eisuke Fujita[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

火山噴火によって火山灰が堆積すると、その後の降雨によって土石流が発生する場合があり、それが大きな災害を生じさせる可能性がある。その減災においては、降灰量分布を迅速に把握し、土石流発生の予測につなげることが重要である。しかし、現時点における降灰量分布の把握は、主に現地調査によって行われており、速報性や労力の観点から、簡便かつより速報性のある手法の開発が求められている。その解決の一つとして、衛星リモートセンシング技術の活用に期待されている。そこで、第2期戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」課題における開発項目の一つとして、衛星搭載型合成開口レーダー（SAR）を用いた降灰量推定手法の開発を行う。本発表においては、その予備的な解析結果を述べるとともに、本開発の概要を述べる。

本開発においては、SAR干渉法における干渉性に注目する。SAR干渉解析結果において、干渉性が高ければ明瞭な干渉縞が見られ、低ければ短周期のノイズが卓越し、干渉縞は不明瞭になる。一般に、その干渉性の劣化は、干渉させる2つのSAR画像取得時における地表でのレーダー波の散乱が異なることによって生じる。噴火時を含む干渉ペアのSAR干渉解析においては、地表面が火山灰に覆われることによるレーダー波の散乱の変化に起因する干渉性劣化域が、火口周辺において良く見られる。例えば、2019年1月17日に口永良部島で発生した噴火前後に取得されたPALSAR-2画像を解析したところ、新岳火口から約1kmの範囲で、降灰に起因すると考えられる干渉性劣化が見られた。さらに、南西と北西の谷に沿っては、干渉性劣化域が約1.5kmの範囲まで延びており、これは火砕流が発生した方向と一致する。また、2018年12月18日と2019年1月29日に発生した噴火についても解析を行ったところ、同様の干渉性劣化が火口周辺に見られたが、その範囲は明らかに2019年1月17日の噴火による小さい。特に、2019年1月29日の噴火における干渉性劣化域は、火口のごく近傍に限られている。このように、降灰範囲の差を明瞭に見ることができた。

このような干渉性劣化と降灰量を定量的に関係付けられれば、SAR干渉解析から降灰量を求められるはずである。そこで、本解析では、非噴火時のSARデータから、降灰以外の要因による干渉性劣化の時間変化モデルを構築し、そのモデルからの差から、降灰のみによる干渉性劣化成分の定量的な推定を試みる。さらに、事例解析から、干渉性と降灰量の変換係数を推定する。ただし、干渉性の性質上、降灰量がある量を超えたところで飽和することが考えられることや、降灰量が少ない場合には、干渉性では精度的に検出困難と考えられることから、干渉性の解析からは面的な降灰量分布の推定は困難である。そこで、本開発においては、干渉性の解析と降灰シミュレーションを組み合わせて、面的に降灰量の推定を試みる予定である。

キーワード：降灰分布、合成開口レーダー、干渉性
Keywords: ash-fall distribution, SAR, coherence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山地域における土石流氾濫の推定手法の開発
Method for estimation of debris flow runout in the volcanic area

*山崎 祐介[1]、藤村 直樹[1]、手塚 咲子[1]、水野 正樹[1]、石井 靖雄[1]、菊井 稔宏[2]、吉田 真也[2]、五十嵐 勇気[2]、山越 隆雄[2]
*Yusuke Yamazaki[1], Naoki Fujimura[1], Sakiko Tetsuka[1], Masaki Mizuno[1], Yasuo Ishii[1], Toshihiro Kikui[2], Shinya Yoshida[2], Yuki Igarashi[2], Takao Yamakoshi[2]

1. 国立研究開発法人土木研究所、2. 砂防・地すべり技術センター
1. Public Works Research Institute, 2. STC

火山噴火後には、少量の降雨でも土石流が発生しやすくなることが指摘されている。火山山麓の住民の洪水・土砂災害の防災・減災のためには、どこが危険なのか、どこが安全なのかを示すハザードマップや、災害発生時の避難・予警報システムが必要である。このような防災・減災ための基本情報として、噴火後に起こりうる土石流の氾濫を予測しておくことは重要である。
本研究では、戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）の一部において、火山噴火後における降灰の予測、降雨の予測を入力とし、土石流氾濫の予測を行うことを目指している。そのために、火山山麓における降雨流出および土石流の発生・流下過程の解明を行い、それをモデル化し、予測に役立てることを目的としている。

火山噴火後の降雨に伴う土石流の流出について、筆者らは、降灰により流域斜面の表土層の浸透性が低下することにより表面流が発生し、河床堆積物が表面流の供給により水で飽和して安定性が低下することで、土石流として流下していくものとして想定している。これらを解析するために、桜島有村川流域内の2m2程度の斜面において、降雨、土壌水分、表面流および地表面状態の観測を行っている。また、有村川3号堰堤において、土石流の表面位置、表面流速および荷重を連続的に計測している。本発表では、これらの観測結果を解析し、表面流の発生機構および土石流の流下機構について報告する。

降雨と土壌水分および表面流の発生条件を整理すると、表面流の発生は、先行雨量や雨量強度といった土壌の水分状態や土壌の孔隙構造などに起因する水分特性などに依存していることが確認され、その定量評価を行っている。また、土壌が全層飽和するよりも先に表面流が発生していることも確認できた。また、表面流の発生件数は、従来よりも2018年に増加している。桜島においては、2018年より新たな噴火口が出現し、火山灰の粒度分布が従来よりも細粒化している。このことから、細粒化した火山灰が地表面に供給されたことにより、浸透過程が変化したと考えられるが、そのメカニズムは現在検討中である。

有村川3号堰堤における、水深、表面流速および荷重データを用いて土石流の運動量保存則を検証した結果、概ね妥当と判断されている。土石流の発生地点および堆積物の厚さについて、試行錯誤的に条件を決定し、運動量保存則と質量保存則を数値積分して、土石流の流下過程のシミュレーションを行った結果、観測された土石流の水深および流速の時間変化に近いものが得られた。今後は、土石流の発生地点および堆積物厚の空間分布といった情報を推定していくことが課題である。

この成果は、戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）第2期「衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発」の中の火山降灰等シミュレーション広域被災予測技術開発として、「衛星データおよびレーダ観測データ等により降灰厚・火砕流・溶岩流の分布を迅速に把握する技術」と「土石流発生リスク評価システム」の開発の一部となる。2022年度までのこの「火山降灰等シミュレーション広域被災予測技術開発」においては、関係機関と分担して、降灰斜面における土石流発生リスク評価の他、「衛星赤外・SAR画像による溶岩流および火砕流の分布把握と被害域推定システムの開発」、「衛星SAR解析および降灰シミュレーションによる広域降灰厚分布把握技術の開発」、「機動的レーダ観測による火口域降灰分布解析

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

手法の開発」を実施する。

キーワード：火山地域、土石流氾濫
Keywords: volcanic area, debris flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

栗駒山昭和湖および大地獄谷登山道付近における硫化水素濃度の連続観測
On the H_2S concentration continuous observation at Kurikoma volcano

*伊藤 英之[1]、山本 泰道[2]、大庭 憲二[2]、辻 盛生[1]、大場 武[3]
*Hideyuki Itoh[1], Yasumichi Yamamoto[2], Kenji OOba[2], Morio Tsuji[1], Takeshi Ohba[3]

1. 岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2. 株式会社ジェイエムエス、3. 東海大学理学部
1. Faculty of policy studies, Iwate prefectural University, 2. JMS INc, 3. Tokai University

1.はじめに

栗駒山は，岩手・宮城・秋田の3県境に位置し，1944年，1741年に水蒸気噴火を発生させた活火山である。1944年の噴火では，噴火と同時に磐井川沿いに酸性水が流下，内水面漁業や農業にも多大な被害を出した。

現在も昭和湖や大地獄谷で複数の噴気が確認され，特に大地獄谷は噴気帯に沿って登山道が設置されており，風向きによっては登山者の火山性ガスへの暴露が懸念される。さらに昭和湖付近は登山者の休憩場所にもなっており，早急な火山ガス対策が求められている。

我々は2018年6月6日から10月3日まで，大地獄谷沿いの登山道脇と昭和湖南東の2カ所にH_2S自動測定装置を設置し，H_2S濃度の時系列変化を測定した。

2.硫化水素ガスセンサーの概要

環境H_2SセンサーであるOdalog（http://www.jmsystem.co.jp/kazan/odalog.html）を上述した2カ所に設置した。このセンサーは0～200ppmまでのH_2S濃度が測定可能であり，毎秒測定されるH_2Sの大気濃度を，5分間平均濃度とし，3G回線を介して，サーバーに蓄積される。また，H_2Sの瞬間最大濃度が設定値以上になると，観測者にSMSメッセージが送信される。あわせて風向風速計も設置した。風向風速計にはデータロガーを設置し，H_2Sセンサー回収時にあわせてデータ回収を行った。

H_2Sセンサー，風向風速計ともに，地上約1ｍの高さに設置した。観測は2018年6月6日から10月3日まで行ったが，2018年9月4日の台風21号により，センサーを固定していた木製ポールが2本とも破損し，実質の観測期間は90日であった。

3.観測結果

昭和湖に設置したセンサーにおいては，気温とH_2S濃度との間に明瞭な相関は認められないが，風速・風向とH_2S濃度との間にはやや明瞭な相関が認められ、南西からの卓越風時と北風時に濃度が上昇する傾向が認められた。一方，大地獄谷付近の登山道沿いに設置したセンサーにおいても気温とH_2S濃度との間に明瞭な相関が認められず，風向・風速と濃度との相関にも明瞭な関係は認められなかった。なお，期間を通しての平均濃度は，地獄谷センサーで0.71ppm，昭和湖センサーで9.05ppm，瞬間最大濃度は大地獄谷センサーにおいて，38ppm（2018年8月10日），昭和湖センサーにおいて334ppm（2018年8月19日）であった。

4.考察

昭和湖センサーにおいては，常に高濃度のH_2Sが観測され，5分間平均濃度が100ppmを超える日も複数回観

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

測された。大地獄谷沿いの登山道脇でも5分間平均濃度が10ppmを超える日が複数観測され，登山者に対する早急な火山ガス対策を講じる必要がある。

キーワード：栗駒山、硫化水素ガス、連続観測、登山者対策
Keywords: Kurikoma Volcano, H2S gas, continuous observation, climer care

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)

火山災害には、降灰・火砕流・岩屑なだれ・ラハール・溶岩流など多様な要因があり、その災害軽減にはシミュレーション技術、GIS技術、防災情報の受け手である住民への効果的な伝達技術など、広範囲にわたる技術と知識の整備と共有が必要である。また、火山ハザードマップの作成、噴火シナリオの検討、確率論的な噴火予測などの研究も必要とされている。本セッションでは、火山防災に向けた理論や技術開発、適用事例、火山災害事例に関する発表を募る。また、データベースの開発や、教育・啓発活動などに関連する発表も歓迎する。

[SVC35-P01] 1914年櫻島噴火を描いた油絵

*室谷 智子[1] (1.国立科学博物館)

[SVC35-P02] デジタル版火山ハザードマップデータベースの構築とその利活用について

*河野 裕希[1]、久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、棚田 俊收[1] (1.国立研究開発法人　防災科学技術研究所)

[SVC35-P03] Tephra2と気象庁55年長期再解析データ（JRA-55）を用いた降灰シミュレーション

*佐々木 寿[1]、三浦 俊介[1]、成毛 志乃[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC35-P04] 衛星SARを用いた降灰量分布推定手法の研究（序論）

*小澤 拓[1]、藤田 英輔[1] (1.防災科学技術研究所)

[SVC35-P05] 火山地域における土石流氾濫の推定手法の開発

*山崎 祐介[1]、藤村 直樹[1]、手塚 咲子[1]、水野 正樹[1]、石井 靖雄[1]、菊井 稔宏[2]、吉田 真也[2]、五十嵐 勇気[2]、山越 隆雄[2] (1.国立研究開発法人土木研究所、2.砂防・地すべり技術センター)

[SVC35-P06] 栗駒山昭和湖および大地獄谷登山道付近における硫化水素濃度の連続観測

*伊藤 英之[1]、山本 泰道[2]、大庭 憲二[2]、辻 盛生[1]、大場 武[3] (1.岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2.株式会社ジェイエムエス、3.東海大学理学部)

1914年櫻島噴火を描いた油絵
Oil paintings describing the 1914 Sakurajima eruption

*室谷 智子[1]
*Satoko Murotani[1]

1. 国立科学博物館
1. National Museum of Nature and Science

国立科学博物館（以下，科博）に残る地震資料の一部は東京帝国大学地震学教室に由来するものであるが，その中に，1914年（大正3年）1月12日から始まった桜島噴火の様子を描いた3枚の油絵が残されていた（サイズ：約805mm×610mm×20mm）．キャンバスには油絵具で，2枚には「NANTO OMURE 1914」，1枚には「KANEHIDE YAMASHITA 1914」とサインが描かれてあった．さらに「KANEHIDE YAMASHITA」による油絵の裏面木枠の中桟に，「大正三年一月十三日夜十一時之櫻島　鹿児島　山下兼秀」と墨で書かれていた．これらは，日本を代表する鹿児島県出身の洋画家・黒田清輝の弟子で，同じく鹿児島出身の大牟礼南塘，山下兼秀によって描かれたものである．大牟礼南塘の筆によるもののうち1枚は，噴火後に桜島の現地調査を行った東京帝国大学の地震学者・大森房吉の依頼によって描かれたものであることが分かった．『大正三年櫻島大爆震記』（1916，鹿児島新聞記者編）にこの絵の写真が掲載されており，「大森博士の依嘱に依り大牟礼南濤画伯の描ける爆発當時の櫻島　見よ，閃々たる電光，流星の如き噴石」と紹介されている．黒田はたまたま噴火時に鹿児島に帰省しており，噴火の様子を目撃し，スケッチに残している（後にこれらのスケッチを今村明恒に油彩画にして渡しており，現在は鹿児島市立美術館に残されている）．大森が調査のために桜島に到着したのは1月16日であったため，噴火直後の桜島は見ていない．噴火時の電光が見たかったが，黒田が電光の様子を描いたスケッチが非常に参考になると当時の新聞にコメントが残っており（大阪毎日新聞，1月20日発行），噴火直後の様子を描いてくれるよう同時期に鹿児島にいた弟子の大牟礼や山下に依頼したのではないかと思われる．噴火時の写真はたくさん残されているが白黒であり，油絵具で描かれた噴火直後の様子は，噴煙や電光のすさまじさをまざまざと伝えている．山下による桜島噴火の様子を描いた油絵は，鹿児島市立美術館や鹿児島県立博物館にも数枚残されている．

これら3枚の絵は，額に入れられて東京帝国大学地震学教室に飾られていたようである．1971年に科博の所蔵資料となったが，当時付けられていた額はすでに無く，経年劣化によるキャンバスの痛みや汚れ，カビ等が見られた．理学資料として当時の災害を知るために貴重であるというだけでなく，美術分野にとっても，鹿児島洋画壇の祖である大牟礼南塘，黄金期を作った山下兼秀によって描かれたこれらの絵は大変貴重であり，科博以外での展示にも耐えられるように額装・修復を行った．描かれてから100年も経っていたためにかなりくすんでいたが，それでも保存状態は良い方だったと思われ，今回の修復によってかなり鮮やかに蘇った．修復前の大牟礼南塘と修復後の山下兼秀の絵は，科博の企画展「標本づくりの技」（会期2018年9月4日~2018年11月25日）にて展示を行った．

地震や火山に関係する資料は，研究資料や教育目的の理科教材として扱われるだけでなく，歴史的な資料は文化財や美術品としての価値を十分に持ち合わせているものも多い．これらの油絵が美術館や博物館などの展示品として，普段火山噴火や地球科学になじみのない方々にも過去の火山災害を知ってもらえるきっかけとなれば幸いである．

キーワード：1914年（大正3年）桜島噴火、油絵、大森房吉、黒田清輝、大牟礼南塘、山下兼秀
Keywords: The 1914 Sakurajima eruption, oil printing, Fusakichi Omori, Seiki Kuroda, Nanto Omure, Kanehide Yamashita

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

デジタル版火山ハザードマップデータベースの構築とその利活用について
Constructing and utilizing digitized volcanic hazardmap database

*河野 裕希[1]、久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、棚田 俊收[1]
*Yuhki Kohno[1], Tomohiro Kubo[1], Yosuke Miyagi[1], Toshikazu Tanada[1]

1. 国立研究開発法人　防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

防災科学技術研究所（以後、防災科研）では、1983年から2013年までに公表された40活火山のハザードマップ・防災マップを網羅的に収録し、「日本の火山ハザードマップ集　第２版」として報告した。その後、2014年の御嶽山噴火に伴い、2015年の活火山法改正により全国の活火山の麓に位置する自治体では火山ハザードマップの作成が義務づけられた*。防災科研では火山災害対策に資する研究を推進させるために、常時観測火山50火山における各火山防災協議会によって作成されたハザードマップのデジタル化およびWebGISで活用するためのデータ整備を進めている。本発表ではその整備状況とデータ利活用の事例について報告する。

各火山のハザード情報はシェープファイル形式で構築しており（久保他(2018）にて報告済み）様々なGISで活用できるように整備を進めている。さらに、オンライン環境で利用できるようにするため、それらシェープファイルをタイル情報に変換し、WebGIS上で整備している。WebGISにはいつでも誰でもどこからでもアクセスすることができるので、本マップは発災時のオンラインハザードマップとして活用できるだけでなく、平時の周知啓発ツールとして活用することで火山災害への関心につながるきっかけになることも期待される。また、ハザード情報の利活用については、久保他(2003)**を火山ハザード情報に適用し、ある火山地域をメッシュで分割し、特定の火山や複数の火山による様々なハザードをメッシュ単位で情報を整理・提供することも検討している。そのメッシュ単位での情報によりユーザーはどのようなハザードに晒されているかを確認することができ、また複数の火山による影響がある際はそういった情報も容易に知ることもできるため、発災前に様々な危険度を把握しておくことができる。

本発表では火山防災に関わる情報の効果的な表現方法やハザードマップデータベースの利活用について議論したいと考える。

*内閣府防災(2015)平成27年の活火山法改正について,
http://www.bousai.go.jp/kazan/taisaku/k404_1.htm

** 久保智弘・久田喜章・柴山明寛・大井昌弘・石田瑞穂・藤原広行・中山圭子(2003)全国地形分類図による表層地盤特性のデータベース化，および，面的な早期地震動推定への適用

キーワード：デジタル化ハザードマップ、WebGIS
Keywords: digitized volcano hazard map, WebGIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tephra2と気象庁55年長期再解析データ（JRA-55）を用いた降灰シミュレーション
Pyroclastic fall simulation using Tephra2 and JRA-55

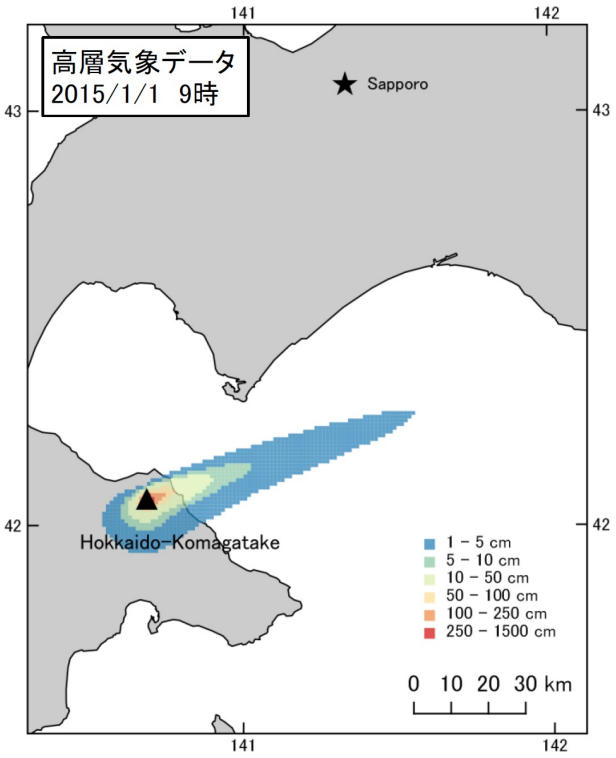
*佐々木 寿[1]、三浦 俊介[1]、成毛 志乃[1]
*Hisashi Sasaki[1], Shunsuke Miura[1], Shino Naruke[1]

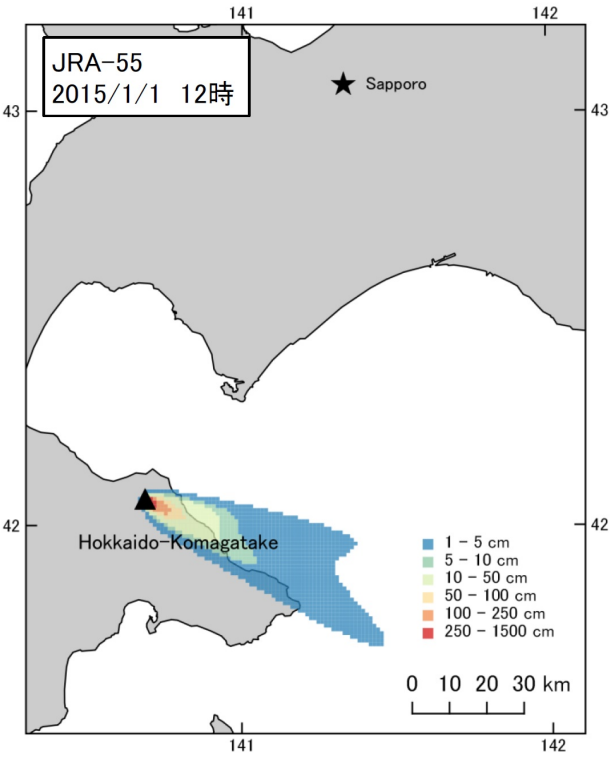
1. アジア航測株式会社
1. Asia Air Survey Co., Ltd.

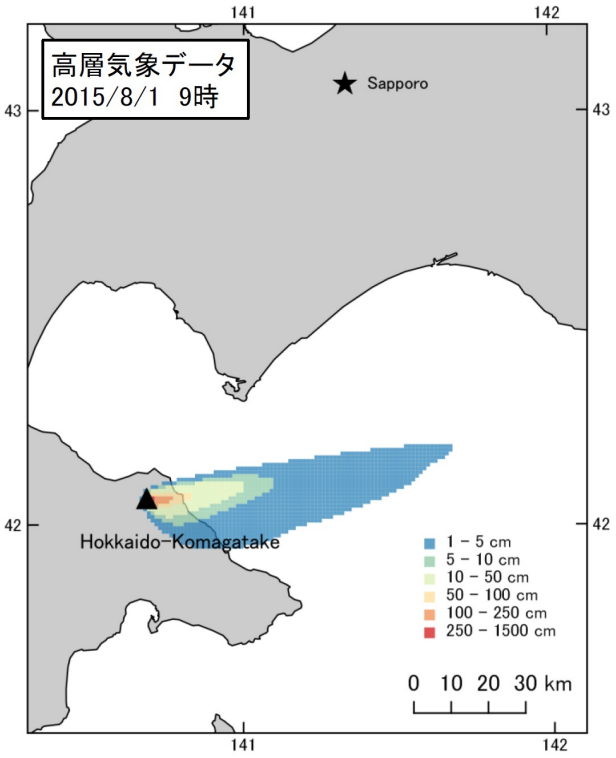
降灰（降下火砕物）の火山ハザードマップを作成する場合，過去の実績に基づく方法と数値シミュレーションを用いた方法が用いられる．近年はTephra2(Bonadonna et al., 2005)など無償で公開されているプログラムを用いた数値シミュレーションにより作成されるケースが増加している．Tephra2を用いた数値シミュレーションには，噴煙柱，風向・風速，地形の情報が必要である．噴煙柱に関する設定が最も難しく，この設定のためパラメータスタディを行い，パラメータを決定することが多い．降灰の分布方向や分布範囲に影響を与えるのは風向・風速である．シミュレーションで用いる風データについて，火山防災マップ作成指針（内閣府ほか，2013）では，「風向・風速は，気象庁ホームページの気象庁統計情報にある過去の気象データ検索（高層）で紹介されている月平均値を使うと良い」とされている．ところが，高層気象観測点は日本国内には16点しかなく，海岸沿いに設置されていることが多い．そのため，対象火山から最寄りの観測点まで100 km以上も離れてしまうケースが多い．そこで本研究では降灰のハザードマップ作成に，気象庁55年長期再解析データ（以下，JRA-55と略す）の利用を検討した．JRA-55はラジオゾンデによる定時観測ネットワークが確立された1958年以降の再解析データである．高層気象データと比較した場合のJRA-55を使用するメリットとしては，1.25度間隔の格子データであるため内陸部も網羅できること，欠測が無いこと，1日4つのデータ(0時，6時，12時，18時)があることがある．JRA-55の使用する場面としては，過去の噴火の降灰の再現である．1958年以降のデータがあるため，例えば有珠山1977年噴火や御嶽山2014年噴火などの再現計算を行うことができる．藤原(2018)は新潟焼山1974年噴火の再現計算結果を報告している．火山ハザードマップへの利用としては，過去50年以上の月間の平均データがあるため，月別の降灰が分布しやすい範囲を把握することが可能である．また，長期間のデータを用いた大量計算（例えば，1日4ケース×50年間＝約73,000ケース）を実施することで，長期間の風データを考慮した降灰確率マップの作成も可能となる．発表では北海道駒ヶ岳1929年噴火等の具体的事例について紹介する．

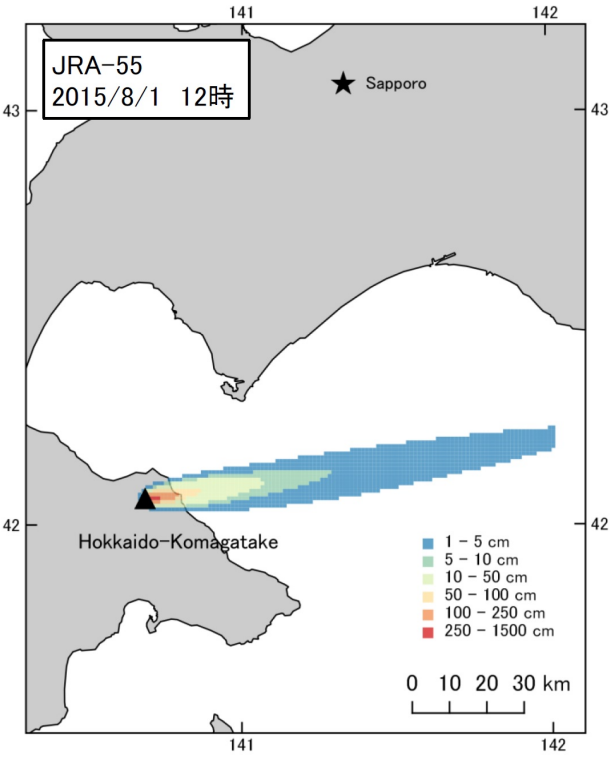
キーワード：降灰シミュレーション、気象庁55年長期再解析データ、ハザードマップ、確率マップ
Keywords: pyroclastic fall simulation , the Japanese 55-year Reanalysis, hazard map, probability map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.









©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星SARを用いた降灰量分布推定手法の研究（序論）
Research on observation method of volcanic ash-fall accumulation using spaceborne SAR

*小澤 拓[1]、藤田 英輔[1]
*Taku Ozawa[1], Eisuke Fujita[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

火山噴火によって火山灰が堆積すると、その後の降雨によって土石流が発生する場合があり、それが大きな災害を生じさせる可能性がある。その減災においては、降灰量分布を迅速に把握し、土石流発生の予測につなげることが重要である。しかし、現時点における降灰量分布の把握は、主に現地調査によって行われており、速報性や労力の観点から、簡便かつより速報性のある手法の開発が求められている。その解決の一つとして、衛星リモートセンシング技術の活用に期待されている。そこで、第2期戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」課題における開発項目の一つとして、衛星搭載型合成開口レーダー（SAR）を用いた降灰量推定手法の開発を行う。本発表においては、その予備的な解析結果を述べるとともに、本開発の概要を述べる。

本開発においては、SAR干渉法における干渉性に注目する。SAR干渉解析結果において、干渉性が高ければ明瞭な干渉縞が見られ、低ければ短周期のノイズが卓越し、干渉縞は不明瞭になる。一般に、その干渉性の劣化は、干渉させる2つのSAR画像取得時における地表でのレーダー波の散乱が異なることによって生じる。噴火時を含む干渉ペアのSAR干渉解析においては、地表面が火山灰に覆われることによるレーダー波の散乱の変化に起因する干渉性劣化域が、火口周辺において良く見られる。例えば、2019年1月17日に口永良部島で発生した噴火前後に取得されたPALSAR-2画像を解析したところ、新岳火口から約1kmの範囲で、降灰に起因すると考えられる干渉性劣化が見られた。さらに、南西と北西の谷に沿っては、干渉性劣化域が約1.5kmの範囲まで延びており、これは火砕流が発生した方向と一致する。また、2018年12月18日と2019年1月29日に発生した噴火についても解析を行ったところ、同様の干渉性劣化が火口周辺に見られたが、その範囲は明らかに2019年1月17日の噴火による小さい。特に、2019年1月29日の噴火における干渉性劣化域は、火口のごく近傍に限られている。このように、降灰範囲の差を明瞭に見ることができた。

このような干渉性劣化と降灰量を定量的に関係付けられれば、SAR干渉解析から降灰量を求められるはずである。そこで、本解析では、非噴火時のSARデータから、降灰以外の要因による干渉性劣化の時間変化モデルを構築し、そのモデルからの差から、降灰のみによる干渉性劣化成分の定量的な推定を試みる。さらに、事例解析から、干渉性と降灰量の変換係数を推定する。ただし、干渉性の性質上、降灰量がある量を超えたところで飽和することが考えられることや、降灰量が少ない場合には、干渉性では精度的に検出困難と考えられることから、干渉性の解析からは面的な降灰量分布の推定は困難である。そこで、本開発においては、干渉性の解析と降灰シミュレーションを組み合わせて、面的に降灰量の推定を試みる予定である。

キーワード：降灰分布、合成開口レーダー、干渉性
Keywords: ash-fall distribution, SAR, coherence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山地域における土石流氾濫の推定手法の開発
Method for estimation of debris flow runout in the volcanic area

*山崎 祐介[1]、藤村 直樹[1]、手塚 咲子[1]、水野 正樹[1]、石井 靖雄[1]、菊井 稔宏[2]、吉田 真也[2]、五十嵐 勇気[2]、山越 隆雄[2]
*Yusuke Yamazaki[1], Naoki Fujimura[1], Sakiko Tetsuka[1], Masaki Mizuno[1], Yasuo Ishii[1], Toshihiro Kikui[2], Shinya Yoshida[2], Yuki Igarashi[2], Takao Yamakoshi[2]

1. 国立研究開発法人土木研究所、2. 砂防・地すべり技術センター
1. Public Works Research Institute, 2. STC

火山噴火後には、少量の降雨でも土石流が発生しやすくなることが指摘されている。火山山麓の住民の洪水・土砂災害の防災・減災のためには、どこが危険なのか、どこが安全なのかを示すハザードマップや、災害発生時の避難・予警報システムが必要である。このような防災・減災ための基本情報として、噴火後に起こりうる土石流の氾濫を予測しておくことは重要である。
本研究では、戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）の一部において、火山噴火後における降灰の予測、降雨の予測を入力とし、土石流氾濫の予測を行うことを目指している。そのために、火山山麓における降雨流出および土石流の発生・流下過程の解明を行い、それをモデル化し、予測に役立てることを目的としている。

火山噴火後の降雨に伴う土石流の流出について、筆者らは、降灰により流域斜面の表土層の浸透性が低下することにより表面流が発生し、河床堆積物が表面流の供給により水で飽和して安定性が低下することで、土石流として流下していくものとして想定している。これらを解析するために、桜島有村川流域内の2m2程度の斜面において、降雨、土壌水分、表面流および地表面状態の観測を行っている。また、有村川3号堰堤において、土石流の表面位置、表面流速および荷重を連続的に計測している。本発表では、これらの観測結果を解析し、表面流の発生機構および土石流の流下機構について報告する。

降雨と土壌水分および表面流の発生条件を整理すると、表面流の発生は、先行雨量や雨量強度といった土壌の水分状態や土壌の孔隙構造などに起因する水分特性などに依存していることが確認され、その定量評価を行っている。また、土壌が全層飽和するよりも先に表面流が発生していることも確認できた。また、表面流の発生件数は、従来よりも2018年に増加している。桜島においては、2018年より新たな噴火口が出現し、火山灰の粒度分布が従来よりも細粒化している。このことから、細粒化した火山灰が地表面に供給されたことにより、浸透過程が変化したと考えられるが、そのメカニズムは現在検討中である。

有村川3号堰堤における、水深、表面流速および荷重データを用いて土石流の運動量保存則を検証した結果、概ね妥当と判断されている。土石流の発生地点および堆積物の厚さについて、試行錯誤的に条件を決定し、運動量保存則と質量保存則を数値積分して、土石流の流下過程のシミュレーションを行った結果、観測された土石流の水深および流速の時間変化に近いものが得られた。今後は、土石流の発生地点および堆積物厚の空間分布といった情報を推定していくことが課題である。

この成果は、戦略的イノベーション創造プログラム（ＳＩＰ）第2期「衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発」の中の火山降灰等シミュレーション広域被災予測技術開発として、「衛星データおよびレーダ観測データ等により降灰厚・火砕流・溶岩流の分布を迅速に把握する技術」と「土石流発生リスク評価システム」の開発の一部となる。2022年度までのこの「火山降灰等シミュレーション広域被災予測技術開発」においては、関係機関と分担して、降灰斜面における土石流発生リスク評価の他、「衛星赤外・SAR画像による溶岩流および火砕流の分布把握と被害域推定システムの開発」、「衛星SAR解析および降灰シミュレーションによる広域降灰厚分布把握技術の開発」、「機動的レーダ観測による火口域降灰分布解析

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

手法の開発」を実施する。

キーワード：火山地域、土石流氾濫
Keywords: volcanic area, debris flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

栗駒山昭和湖および大地獄谷登山道付近における硫化水素濃度の連続観測
On the H_2S concentration continuous observation at Kurikoma volcano

*伊藤 英之[1]、山本 泰道[2]、大庭 憲二[2]、辻 盛生[1]、大場 武[3]
*Hideyuki Itoh[1], Yasumichi Yamamoto[2], Kenji OOba[2], Morio Tsuji[1], Takeshi Ohba[3]

1. 岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2. 株式会社ジェイエムエス、3. 東海大学理学部
1. Faculty of policy studies, Iwate prefectural University, 2. JMS INc, 3. Tokai University

1.はじめに

栗駒山は，岩手・宮城・秋田の3県境に位置し，1944年，1741年に水蒸気噴火を発生させた活火山である。1944年の噴火では，噴火と同時に磐井川沿いに酸性水が流下，内水面漁業や農業にも多大な被害を出した。

現在も昭和湖や大地獄谷で複数の噴気が確認され，特に大地獄谷は噴気帯に沿って登山道が設置されており，風向きによっては登山者の火山性ガスへの暴露が懸念される。さらに昭和湖付近は登山者の休憩場所にもなっており，早急な火山ガス対策が求められている。

我々は2018年6月6日から10月3日まで，大地獄谷沿いの登山道脇と昭和湖南東の2カ所にH_2S自動測定装置を設置し，H_2S濃度の時系列変化を測定した。

2.硫化水素ガスセンサーの概要

環境H_2SセンサーであるOdalog（http://www.jmsystem.co.jp/kazan/odalog.html）を上述した2カ所に設置した。このセンサーは0～200ppmまでのH_2S濃度が測定可能であり，毎秒測定されるH_2Sの大気濃度を，5分間平均濃度とし，3G回線を介して，サーバーに蓄積される。また，H_2Sの瞬間最大濃度が設定値以上になると，観測者にSMSメッセージが送信される。あわせて風向風速計も設置した。風向風速計にはデータロガーを設置し，H_2Sセンサー回収時にあわせてデータ回収を行った。

H_2Sセンサー，風向風速計ともに，地上約1ｍの高さに設置した。観測は2018年6月6日から10月3日まで行ったが，2018年9月4日の台風21号により，センサーを固定していた木製ポールが2本とも破損し，実質の観測期間は90日であった。

3.観測結果

昭和湖に設置したセンサーにおいては，気温とH_2S濃度との間に明瞭な相関は認められないが，風速・風向とH_2S濃度との間にはやや明瞭な相関が認められ、南西からの卓越風時と北風時に濃度が上昇する傾向が認められた。一方，大地獄谷付近の登山道沿いに設置したセンサーにおいても気温とH_2S濃度との間に明瞭な相関が認められず，風向・風速と濃度との相関にも明瞭な関係は認められなかった。なお，期間を通しての平均濃度は，地獄谷センサーで0.71ppm，昭和湖センサーで9.05ppm，瞬間最大濃度は大地獄谷センサーにおいて，38ppm（2018年8月10日），昭和湖センサーにおいて334ppm（2018年8月19日）であった。

4.考察

昭和湖センサーにおいては，常に高濃度のH_2Sが観測され，5分間平均濃度が100ppmを超える日も複数回観

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

測された。大地獄谷沿いの登山道脇でも5分間平均濃度が10ppmを超える日が複数観測され，登山者に対する早急な火山ガス対策を講じる必要がある。

キーワード：栗駒山、硫化水素ガス、連続観測、登山者対策
Keywords: Kurikoma Volcano, H2S gas, continuous observation, climer care

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 105 1F

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)、座長:久保 智弘(防災科学技術研究所)、宝田 晋治(産総研地質調査総合センター)

火山災害には、降灰・火砕流・岩屑なだれ・ラハール・溶岩流など多様な要因があり、その災害軽減にはシミュレーション技術、GIS技術、防災情報の受け手である住民への効果的な伝達技術など、広範囲にわたる技術と知識の整備と共有が必要である。また、火山ハザードマップの作成、噴火シナリオの検討、確率論的な噴火予測などの研究も必要とされている。本セッションでは、火山防災に向けた理論や技術開発、適用事例、火山災害事例に関する発表を募る。また、データベースの開発や、教育・啓発活動などに関連する発表も歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[SVC35-01] 1707年富士山宝永噴火の火口と推移についての新たな作業仮説

*小山 真人[1] (1.静岡大学)

14:00 ~ 14:15

[SVC35-02] 富士火山、宝永山の形成過程の考察

*馬場 章[1]、藤井 敏嗣[1]、千葉 達朗[2]、吉本 充宏[1]、西澤 文勝[1]、渋谷 秀敏[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.アジア航測株式会社、3.熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野)

14:15 ~ 14:30

[SVC35-03] ALB計測で明らかとなった本栖湖の湖底地形 -溶岩流入による湖面水位の上昇-

*千葉 達朗[1]、金田 真一[1]、大橋 真[1] (1.アジア航測株式会社)

14:30 ~ 14:45

[SVC35-04] 人工衛星による熱赤外線データを用いた火山監視
―火山活動・林野火災速報システムとCIRC（小型赤外カメラ）が捉えた火山活動―

*高倉 有希[1]、中右 浩二[1]、石澤 淳一郎[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

14:45 ~ 15:00

[SVC35-05] 噴石衝突に対する木造建築物屋根の衝撃吸収特性

*立山 耕平[1]、山田 浩之[2]、吉本 充宏[3]、本多 亮[3]、藤井 敏嗣[3] (1.立命館大学、2.防衛大学校、3.山梨県富士山科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[SVC35-06] 草津白根山2018年噴火における放出火山岩塊の分布−続報−

*吉本 充宏[1]、古川 竜太[2,3]、石塚 吉浩[2]、南 裕介[2]、長井 雅史[4]、細川 周一[3]、本多 亮[1]、安田 泰輔[1]、寺田 暁彦[5]、西澤 達治[5]、石峯 康浩[6]、荒井 健一[7]、佐々木 寿[7]、成毛 志乃[7]、関口 悠子[3]、簗田 高広[3]、石崎 泰男[8]、亀谷 伸子[8]、前野 深[9] (1.山梨県富士山科学研究所、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター 、3.気象庁、4. 防災科学技術研究所火山防災研究部門、5.東京工業大学火山流体研究センター、6.鹿児島大学地震火山地域防災センター、7.アジア航測株式会社、8.富山大学大学院理工学研究部、9.東京大学地震研究所)

1707年富士山宝永噴火の火口と推移についての新たな作業仮説
A working hypothesis for source craters and sequence of the 1707 Hoei eruption of Fuji Volcano, Japan

*小山 真人[1]
*Masato Koyama[1]

1. 静岡大学
1. Shizuoka Univ.

1707年富士山宝永噴火の火口は、これまで富士山南東斜面にある火口列（宝永第１～第３火口）とされ、その脇にある宝永山は宝永噴火中のマグマの突き上げによって古い地層（古富士火山の一部）が隆起したものと解釈されていた（宮地・小山, 2007,「富士火山」；Miyaji et al., 2011, JVGRなど）。しかしながら、最近の台風通過による露頭状況の改善後に現地の地形・地質を見直した結果、従来の考え方と異なる結論に達したので報告する。

宝永山付近の地質と赤岩の成因

宝永山の山頂近くの赤岩に露出する凝灰角礫岩（ATB）は、1）黄褐色をして変質・固結が進んでいること、2）山体の傾斜とは不調和な南西方向に傾斜し、周囲の地層と不整合関係に見えること、3）宝永山の膨らみが宝永第２火口底を変形させたように見えること、4）周囲には見られない複数の断層が観察されることから、古富士火山時代の古い地層が宝永噴火の際に隆起して地表に露出したものと考えられてきた。

しかしながら、地質調査ならびにドローンを用いた近接撮影画像とそれらのSfM（Structure from Motion）解析の結果、ATBは未固結・新鮮な降下スコリア（宝永スコリア：図のHSc）と指交関係にあり、従来考えられていた不整合は見当たらない。また、ATBは、着地時の高温で周囲を焼いた新鮮な火山弾・火山礫を含む。

これらの観察事実から、ATBは宝永噴火堆積物の一部と考えられる。黄褐色の変質部分は、おそらく噴火時かその直後の熱水変質によるものであろう。また、第２火口底の「変形」は、HScが風下の東側に厚く堆積したことと、堆積後の斜面移動の影響と考えて矛盾はない。なお、赤岩表面の断層群には南東傾斜と北西傾斜の２系統（走向はともに尾根の伸びに沿う北東ー南西）があって共役断層の疑いがあり、隆起の可能性は残される。HScの下位には、細粒基質をもつ凝灰角礫岩（宝永噴火堆積物の一般的特徴であるハンレイ岩礫を多く含む）が宝永山の東側斜面を取り巻くように広く露出しており、第1火口によって形成された火砕丘（HCC）と考えられる。

宝永噴火の給源火口と推移

宝永噴火を起こした火口は、従来の考えでは宝永山の南西に隣接して北西ー南東方位に並ぶ火口列（宝永第１、第２、第３火口）であり、噴火初期の軽石（宝永軽石）の給源が第２・第３火口、以後のスコリアの給源が主に第１火口と考えられてきた（宮地, 1984, 第四紀研究）。しかしながら、実際には第1～第3のいずれの火口の周囲にも軽石が見当たらず（第1火口の東側地表に変質した軽石がまれに見つかるが、転石状で層位不

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

明）、宝永軽石の給源火口は不明と言わざるを得ない。

一方、第3火口の東側にU字形をした火砕丘とみられる地形があり（ここでは御殿庭東火砕丘GHCと呼ぶ）、その表面ならびに断面には灰色で雑多な岩質の巨礫を多数含む角礫岩（基質は均質で新鮮な黒色岩片）が露出する。その特徴は、宝永第２・第３火口周囲の火砕丘HCCと類似し、噴火堆積物と考えられる。GHCのU字形の北西延長上には宝永山がある。

以上のことと前節で述べた宝永山付近の観察事実に加え、宝永噴火の古記録と絵図（小山, 2009,古今書院）、宝永軽石と宝永スコリアの等層厚線図（宮地, 1984）、宝永噴火のメカニズムに関する岩石学的解釈（藤井, 2007,「富士火山」；Miyaji et al., 2011）も考慮に入れて、宝永噴火の推移を次のように見直した（１～５が従来の考え方と大きく異なる）。

１．宝永噴火は、現在の宝永山から南東に伸びる割れ目（第1噴火割れ目）の噴火として始まり、最初に宝永軽石を噴出した後、割れ目火口の南東端に火砕丘GHCを形成した。

２．宝永軽石（流紋岩質マグマ）の噴火を誘発した玄武岩質マグマが、軽石に引き続いて上昇し、若干南西側にずれた場所に新たに北西ー南東方位の割れ目火口（第2噴火割れ目）を開いた。

３．第2噴火割れ目上に並んだ宝永第１～第３火口から爆発的な噴火が起き（火口が開いた順序は、地形から判断して南東→北西）、火口の周囲に火砕丘HCCを形成した。

４．宝永スコリアが主として第１火口から噴出し、すでにあった火砕丘（GHCとHCC）の一部を厚くおおった（図のHSc）。この際に赤岩のATBも堆積した。

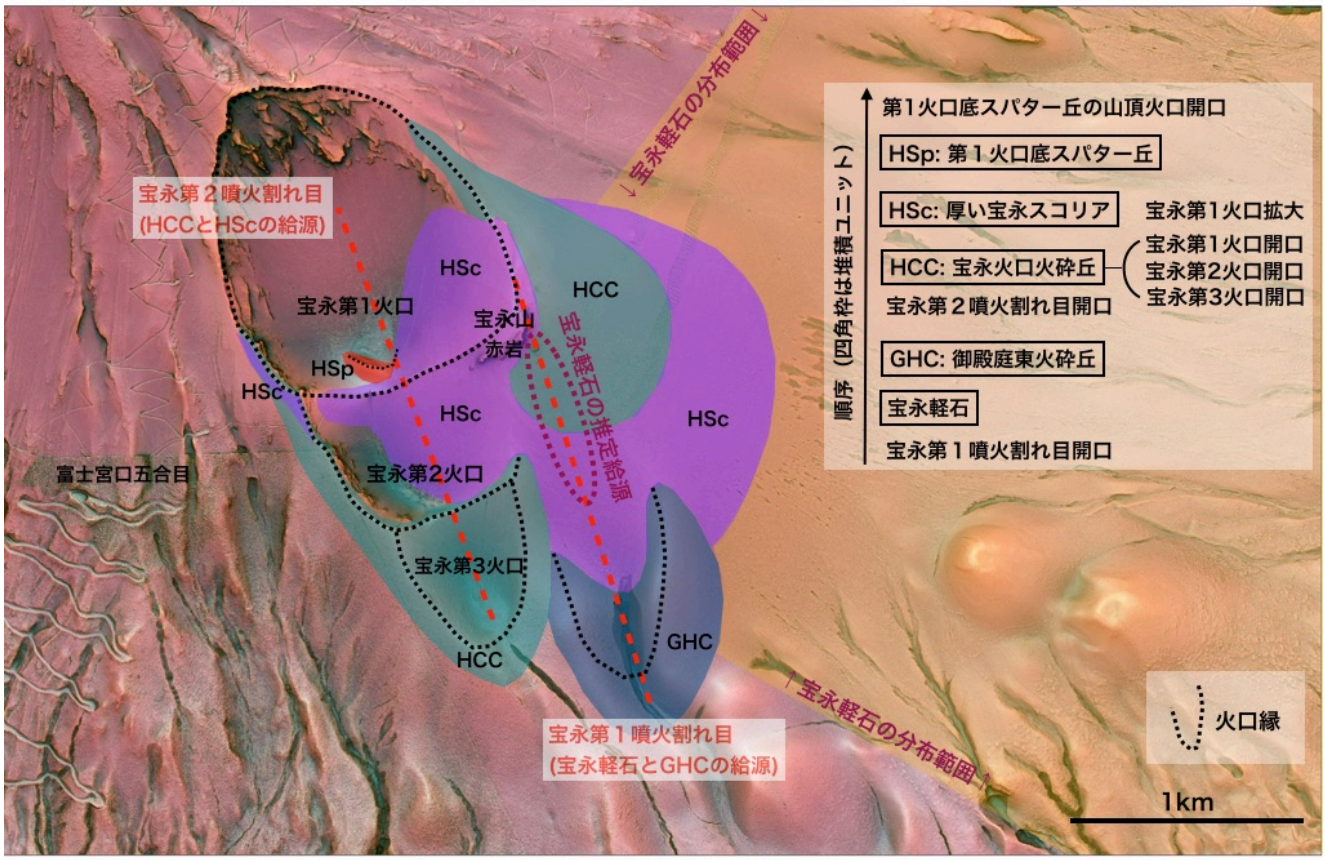
５．主として３～４の結果として、噴火初期にできた宝永軽石の給源火口が埋没し、宝永山が形成された。なお、宝永軽石の元となった流紋岩質マグマの一部が宝永山を若干隆起させた可能性が残る。

６．噴火の最終段階に至り、第１火口底にスパター丘HSpが形成され、最後の爆発でその山頂に小火口が開いた。

キーワード：富士山、1707年宝永噴火、給源火口、宝永山、噴火推移、作業仮説
Keywords: Fuji Volcano, 1707 Hoei eruption, source craters, Hoei mound, eruption sequence, working hypothesis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宝永火口周辺の地形・地質の新たな解釈（作業仮説）



背景図：国交省富士砂防事務所・(株)アジア航測

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士火山、宝永山の形成過程の考察
Consideration of the formation process of Mt.Hoei, Fuji volcano

*馬場 章[1]、藤井 敏嗣[1]、千葉 達朗[2]、吉本 充宏[1]、西澤 文勝[1]、渋谷 秀敏[3]
*Akira Baba[1], Toshitsugu Fujii[1], Tatsuro Chiba[2], Mitsuhiro Yoshimoto[1], Fumikatsu NISHIZAWA[1], Hidetoshi Shibuya[3]

1. 山梨県富士山科学研究所、2. アジア航測株式会社、3. 熊本大学大学院先端科学研究部基礎科学部門地球環境科学分野
1. Mount Fuji Research Institute, 2. Asia Air Survey Co., Ltd., 3. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University

将来起こりうる火山災害を軽減するためには，過去の噴火推移の詳細を明らかにすることが重要である．特に西暦1707年の宝永噴火については，富士火山では比較的例の少ない大規模爆発的噴火の例として，ハザードマップ作成でも重要視されている．宝永噴火は基本的にプリニー式噴火であったとみなされているが，火口近傍相の研究は多くない．また，宝永山については，脱ガスしたマグマの貫入による隆起モデルが提唱されており(Miyaji et al.,2011)，さらにはマグマ貫入による山体崩壊未遂の可能性と，予知可能な山体崩壊の例として避難計画策定の必要性が指摘されている(小山,2018)．本発表では，宝永噴火の火口近傍相の地質調査・全岩化学組成分析・古地磁気測定などから新たに得られた知見をもとに，宝永山の形成過程について考察する．

富士火山南東麓に位置する宝永山は，宝永噴火の際に古富士火山の一部が隆起して形成されたと推定されてきた(Tsuya,1955 ; Miyaji et al.,2011)．しかし，赤岩を含む宝永山には多種多様な類質岩片は認められるものの，主には緻密な暗灰色スコリア片、火山弾から構成され，斑れい岩岩片や斑れい岩を捕獲した火山弾も認められる．それらの鏡下観察・全岩化学組成分析・古地磁気測定から，赤岩を含む宝永山は，Ho-Ⅲでもステージ2(Miyaji et al.,2011)に対比され，マグマ水蒸気爆発による火口近傍の降下堆積物ないしサージ堆積物と推定される．また，宝永第2・第3火口縁，御殿庭の侵食谷側壁は，宝永噴火の降下堆積物で構成されており，ステージ1のHo-Ⅰ～Ⅲ(Miyaji et al.,2011)に対比される．侵食谷の基底部に白色・縞状軽石層は現時点において確認できないものの，下位から上位にかけて安山岩質から玄武岩質に漸移的な組成変化（SiO2=62.8～52.2wt%）をしている．そして，宝永第1火口内の火砕丘，宝永山山頂付近，御殿庭の侵食谷から得た古地磁気方位は，古地磁気永年変化曲線(JRFM2K.1)の西暦1707頃の古地磁気方位と一致する．

これらの新たな知見に加えて，宝永噴出物のアイソパック(Miyaji et al.,2011)，マグマ供給系(藤井，2007 ; 安田ほか，2015)と史料と絵図(小山，2009)も考慮し，宝永噴火に伴う宝永山の形成過程を推定した．宝永山はわずか9日間で形成された宝永噴火の給源近傍相としての火砕丘である．

1.玄武岩質マグマがデイサイト質マグマに接触・混合したことで白色・縞状軽石が第1火口付近から噴出し，偏西風により東方向に流された(12月16日10～17時頃，Miyaji et al.,（2011）のUnit A,Bに相当).

2.火口拡大に伴って第1火口の山体側も削剥され，多量の類質岩片が本質物と共に東～南方向に放出し，宝永山を形成し始めた(12月17日未明，Miyaji et al.,（2011）のUnit C～Fに相当).

3.第1火口縁の地すべりによる火口閉塞ないし火口域の拡大により，噴出中心は第2火口に移行した(12月17～19日、Miyaji et al.,（2011）のUnit G～Iに相当).

4.火口閉塞した類質岩片が噴出されることにより，噴火中心は第1火口に遷移し，断続的なマグマ水蒸気爆発により宝永山(赤岩)が形成された(12月19～25日、Miyaji et al.,（2011）のUnit J～Mに相当).

5.噴火口が第1火口に限定されることで類質岩片の流入が止み，玄武岩質マグマによるプリニー噴火が６日間継続したのち，噴火が終了した(12月25～30日，Miyaji et al.,（2011）のUnit N～Qに相当).

キーワード：富士火山、宝永山、形成過程、ハザードマップ
Keywords: Fuji volcano, Mt.Hoei, formation process, hazard map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALB計測で明らかとなった本栖湖の湖底地形 -溶岩流入による湖面水位の上昇-

Airborne LiDAR Bathymetry reveals underwater topography of Lake Motosu - The level of water raised by lava inflow -

*千葉 達朗[1]、金田 真一[1]、大橋 真[1]
*Tatsuro Chiba[1], Sin-ichi kaneta[1], Makoto Ohashi[1]

1. アジア航測株式会社
1. Asia Air Survey Co., Ltd.

1.はじめに

本栖湖は富士山の北西に位置する堰止湖で、湖面標高は約900mである。西暦864年の貞観噴火で青木ヶ原溶岩流が流入したため、湖岸線は北東側が円弧で切り取られたような形状をしている。富士山の巡検でも、よく訪問する地点である。ここで見られる溶岩流の特徴については、小幡・海野（1999）の研究があるが、湖底について特に浅い部分の調査は行われてこなかった。

一般的に、湖に大量の土砂や溶岩などが流れ込むと、湖の水位は上昇する可能性がある。もちろん津波のような一過性のものではなく、湖底が浅くなるために恒久的に上昇するという可能性である。青木ヶ原溶岩流流入の際に、本栖湖の水位が変化したのかを検討するために、ALB計測を行ったので、その結果を報告する。

2.ALB計測

航空レーザ測深(以下ALB)は、河川や海岸沿いの浅瀬の水深・地形計測を目的とした計測手法である。本研究で用いた機材は、地上計測と水中計測の2系統のレーザ測距システムから構成されており、地上計測用レーザは近赤外、水中計測用レーザは可視域（532nm）の波長を用いる。計測可能水深は対象の透明度に大きく依存する。本栖湖は年間を通じて透明度が高く約14-16m程度であるので、水深15m程度まで計測可能と予想された。計測は2017年9月9日に実施した。周辺地域の起伏が激しいことから、飛行高度の調整が容易なヘリコプターを用いた。飛行コースは全11コースである。

3.計測結果

ALB計測では電子基準点を 基準としたキネマティックGNSS測量により航空機の位置を決定、慣性航法装置と2系統のレーザ測距装置のデータとを合わせて、対象の陸上・水底の地形 を計測する。点群データの密度は陸上10～100点/m^2、水中では1～5点/m^2程度であった。最大水深は11～15mまで計測できた。付図は点群データをもとに作成した赤色立体地図である。湖底の地形は計測範囲の南北で大きく異なる。北側は陸上から水中にかけて、青木ヶ原溶岩による特徴的な凹凸がみられる。現在の湖面を境にほとんど変化せず、連続的に水深15m程度に達している。一方、南側の湖底段丘部分には、湖岸から少し離れた地点に緩やかに盛り上がった地形が認められる。その北側斜面の一部に、矩形の平坦面が少なくとも2段確認できる。

4.湖面上昇の可能性

測定範囲の北側には、枝珊瑚のように分岐し、中央部が裂けたた溶岩地形が見られ、赤色酸化した部分もあることから陸上で堆積したことは明らかである（小幡・海野、1999）。この地形と類似した地形を、水深15m付近まで連続的に追跡できたことは、溶岩流入時の水位が少なくとも現在よりも15mほど低かった可能性を示唆する。また、南側の湖底段丘付近では、水中考古学的な調査も行われている（上九一色村教育委員会,1999）。これまで甕形土器をはじめとする遺物が確認されており、大半は古墳時代前期初頭に位置づけられるものであった。完形のものも多く、おそらくそれ以降水没したと推定されていたが、それが平安時代の青

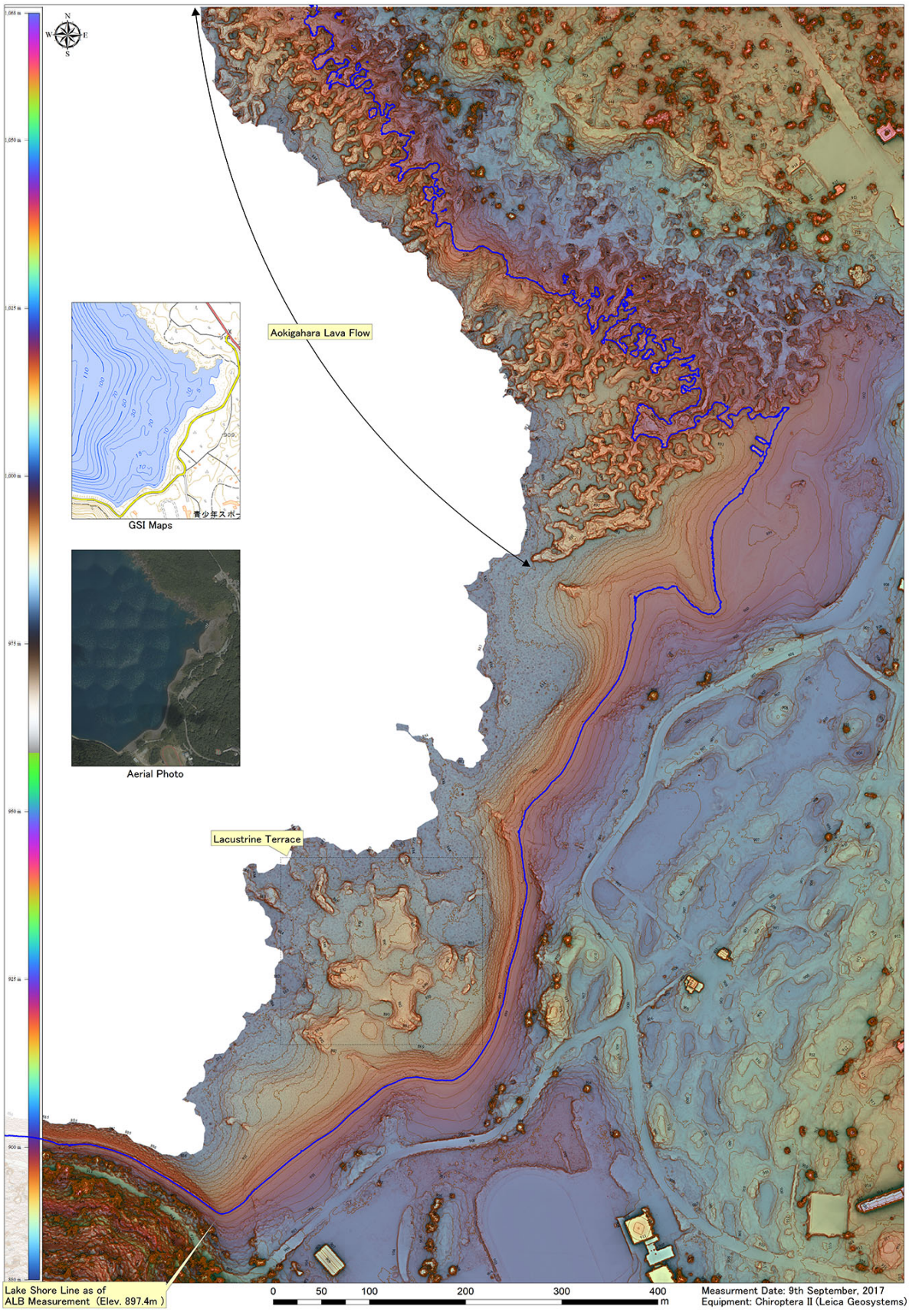
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

木ヶ原溶岩流の流入時点としても矛盾はしない。
今後、水中での溶岩地形の赤色酸化部の確認や、平坦面が水没村落遺稿である可能性についての詳細な調査が望まれる。

文献
小幡涼江・海野進(1999)富士火山北西山麓本栖湖畔の864年青木ヶ原溶岩の形態について,火山,44,201-206.
上九一色村教育委員会（2004）本栖湖湖底遺跡調査報告書
金田真一・千葉達朗(2017)航空レーザ測深(ALB)による本栖湖湖底の地形計測,http://www.rssj.or.jp/wp-content/uploads/2018/08/u05_64_h30.pdf

キーワード：レーザ計測、溶岩流、湖底地形、水位変化
Keywords: LiDAR, lava flow, bathymnetry, water level change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人工衛星による熱赤外線データを用いた火山監視 ー火山活動・林野火災速報システムとCIRC（小型赤外カメラ）が捉えた火山活動ー

Volcano monitoring using satellite thermal infrared imagery of CIRC (Compact Infrared Camera)

*高倉 有希[1]、中右 浩二[1]、石澤 淳一郎[1]
*Yuki Takakura[1], Koji Nakau[1], Junichiro Ishizawa[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

世界有数の火山大国である我が国には、研究や防災のために火山の地上観測網が発達しており、年々高度化されている。しかしながら、遠方離島や海底火山などについては常時観測の手段が限られる場合もある。これらの火山を網羅的かつ定期的に監視するために人工衛星は有効であり、特に、人工衛星に搭載した熱赤外線センサによる夜間の熱赤外線画像は、溶岩流、火砕流だけでなく、地熱異常域等の監視が可能となることが期待できる。

この人工衛星の赤外線データを防災に有効利用するには、防災機関自らが簡便に解析結果を利用できるデータ提供システムが必要である。そこで、JAXAはCIRC等の熱赤外線データを提供する「火山活動・林野火災速報システム（以下、速報システム）」を開発した。速報システムの火山部分は2018年9月から公開済である（https://kazan.jaxa.jp/）。速報システムは大きく3つの機能がある。①CIRC等の衛星赤外線データを地図上で表示する機能、②火山活動の変化を自動抽出する機能、③自動抽出した変化をメールなどでプッシュ通知する機能である。通知機能については、今後の運用開始を検討中である。同システムの監視対象は日本国内および周辺の活火山である。そのうち、防災機関と定めた12個の火山について、火山活動の状況把握手法の研究を行っている。本発表では速報システムとCIRC等の衛星赤外線センサで捉えた火山活動を紹介する。

キーワード：人工衛星、赤外線、火山防災
Keywords: Satellite, Infrared, Volcanic disasters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

噴石衝突に対する木造建築物屋根の衝撃吸収特性
Impact absorption properties of wooden buildings roof subjected to ballistic block collision

*立山 耕平[1]、山田 浩之[2]、吉本 充宏[3]、本多 亮[3]、藤井 敏嗣[3]
*Kohei Tateyama[1], Hiroyuki Yamada[2], Mitsuhiro Yoshimoto[3], Ryo Honda[3], Toshitsugu Fujii[3]

1. 立命館大学、2. 防衛大学校、3. 山梨県富士山科学研究所
1. Ritsumeikan University, 2. National defense academy, 3. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government

Volcanic disasters include various factors such as eruption, lava flow, pyroclastic flow, debris avalanche, debris flow and so on. Especially, at the phreatic eruption of Mt. Ontake in September 27, 2014, most of the damages were caused by clashes of ballistic block. In order to prevent these damages, it is suggested that evacuation to a mountain hut is effective. Thus, evaluation of impact absorption properties for wooden buildings (e.g. mountain hut) against ballistic block collision is necessary. Previously, we reported the protective abilities of as-built wooden buildings, which were reinforced with high performance fabric using aramid fiber. In addition, the penetration boundary energy for a 15 mm thick wooden building roof was reported. However, the impact absorption properties of various type wooden buildings has not been clarified enough. Therefore, in this study, impact absorption properties of wooden buildings roof subjected to ballistic block collision was experimentally investigated.

A collision test was carried out at the velocity of 10 to 90 m/s using a large scale launching system. In this system, a projectile was accelerated by compressed air and then collided with the target. The projectile velocity was measured using two lasers and light receiving parts. In many cases, size of the ballistic block is almost the fist size (ϕ100 mm) under phreatic eruption. Therefore, Vitrified whetstone similar to the common ballistic block (density: 2400 kg/m^3) was used as the projectile, and the diameter was determined ϕ90 mm (mass: 2.66 kg). For the target, typical wooden roof structure (e.g. cedar boards, waterproof sheet, galvalume steel plate and cedar rafter) was used. Two types of thickness of cedar board (15 mm and 18 mm) were prepared. The thickness of the waterproof sheet and galvalume steel plate were 1.0 mm and 0.4 mm, respectively. The dimensions of the specimen were 600 mm ×600 mm. The components were fixed with nails and its spacing was approximately 150 mm. In addition, specimens in which two cedar plates were superimposed was also prepared. There are two kinds of superimposing methods: a ” staggered structure “ that is alternately superimposed on one another, and a "cross structure" in which plates are orthogonalized.

Collision test results revealed penetration boundary energies of 15 mm and 18 mm specimens, respectively. In previous study, it was shown the maximum collision energy of volcanic ballistic block (ϕ 2-64 mm) was 1700 J (in the case of ϕ64mm, 100 m/s), and average collision energy was less than approximately 1200J in many cases. From the result, it was revealed that the roof of cedar board having a thickness of 15 mm and 18 mm could prevent penetration of volcanic ballistic block. In addition, it was found that by superimposing the cedar boards, impact absorption properties can be improved simply. At the time of superimposition, the impact absorption properties was hardly improved in the ” staggered structure”. However, in the "cross structure", it was confirmed that the impact absorption properties were greatly improved. From this it was found that the "cross structure" is better when reinforcing by simple superimposition.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：噴石衝突、衝撃吸収、木造建築物屋根
Keywords: ballistic block collision, Impact absorption, wooden buildings roof

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草津白根山2018年噴火における放出火山岩塊の分布–続報–
Distribution of ballistic ejecta of the phreatic eruption at Kusatsu-Shirane volcano, on 23 Jan, 2018, part 2

*吉本 充宏[1]、古川 竜太[2,3]、石塚 吉浩[2]、南 裕介[2]、長井 雅史[4]、細川 周一[3]、本多 亮[1]、安田 泰輔[1]、寺田 暁彦[5]、西澤 達治[5]、石峯 康浩[6]、荒井 健一[7]、佐々木 寿[7]、成毛 志乃[7]、関口 悠子[3]、簗田 高広[3]、石崎 泰男[8]、亀谷 伸子[8]、前野 深[9]
*Mitsuhiro Yoshimoto[1], Ryuta FURUKAWA[2,3], Yoshihiro Ishizuka[2], Yusuke Minami[2], Masashi NAGAI[4], Shuichi Hosokawa[3], Ryo Honda[1], Taisuke Yasuda[1], Akihiko Terada[5], Tatsuji Nishizawa[5], Yasuhiro Ishimine[6], Kenichi Arai[7], Hisashi Sasaki[7], Shino Naruke[7], Yuko Sekiguchi[3], Takahiro Yanada[3], Yasuo Ishizaki[8], Nobuko Kametani[8], Fukashi Maeno[9]

1. 山梨県富士山科学研究所、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター 、3. 気象庁、4. 防災科学技術研究所火山防災研究部門、5. 東京工業大学火山流体研究センター、6. 鹿児島大学地震火山地域防災センター、7. アジア航測株式会社、8. 富山大学大学院理工学研究部、9. 東京大学地震研究所
1. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Japan Meteorological Agency, 4. Volcano Research Department, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 5. Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, 6. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 7. Asia Air Survey Co., Ltd., 8. Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, 9. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

2018年1月23日に発生した草津白根山本白根山の水蒸気噴火では，放出岩塊によって1名が死亡し，11名が負傷した．放出岩塊による被害は，本白根火山鏡池北火砕丘の500m北～北東を通過するロープウェイの山頂駅や搬器に及んでいる．御嶽山2014年噴火や阿蘇山2016年噴火においても，放出岩塊の被害が報告されており，放出岩塊の分布や挙動の解明は防災上重要な課題である．

我々は，2018年5月10-12日および10月23–25日に火口周辺部および登山道，スキーコース周辺において放出された火山岩塊（径64mm以上）の分布調査およびドローンによる空撮調査を実施した．分布調査では，計191カ所で放出岩塊の最大粒径を，計64地点において単位面積あたりの個数を計測した．

放出岩塊は主火口の周囲500m圏内に分布し，北～北東にかけて集中的に分布する．今回の調査で最も火口から離れた放出岩塊の確認地点は鏡池北の主火口中心から東北東約600m地点（振子沢）である．北側は，主火口から約500m地点，南東側は主火口から約450m地点まで放出岩塊が確認される．放出岩塊の最大長径は，西火口縁に落下した4.8mで，主火口付近の最大径は3.4mであった．主火口，西火口共に最大粒径の分布主軸を北北東に持つ．長径64mm以上の放出岩塊の降下個数密度は，測定できた中で最も多かった主火口の北北東200m地点で1m^{2}あたり68個であった．放出岩塊の降下個数密度の分布主軸は北東にもち，火口近傍では個数密度が急激に増える．一方，火口の北西から北東にかけての400m付近を境に，急激に個数密度が小さくなる. 西から北西の分布限界では，個数密度1m^{2}あたり0.2～0.01個とすくないものの，長径約20cmを超えるものが点在する.一方，それより小さい粒径の岩塊は存在しない．東側の分布限界では鏡池北火口の東側から急激に個数密度が小さくなり，こぶし大の放出岩塊が散見される．本調査で観察された放出岩塊のうち長径約20cmの岩塊の最大水平飛距離は400～650m，長径50cmの岩塊は400m，長径100cmの岩塊は350m，長径200cmの岩塊は150mである．このことは，各々のサイズの岩塊の初速が異なることを示唆している．

キーワード：放出岩塊、草津白根山、水蒸気噴火
Keywords: ballistic ejecta, Kusatsu-Shirane volcano, phreatic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 105 1F

[S-VC35] 火山防災の基礎と応用

コンビーナ:宝田 晋治(産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)、吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地震火山地域防災センター)、久保 智弘(防災科学技術研究所)、座長:吉本 充宏(山梨県富士山科学研究所)、石峯 康浩(鹿児島大学地域防災教育研究センター)

火山災害には、降灰・火砕流・岩屑なだれ・ラハール・溶岩流など多様な要因があり、その災害軽減にはシミュレーション技術、GIS技術、防災情報の受け手である住民への効果的な伝達技術など、広範囲にわたる技術と知識の整備と共有が必要である。また、火山ハザードマップの作成、噴火シナリオの検討、確率論的な噴火予測などの研究も必要とされている。本セッションでは、火山防災に向けた理論や技術開発、適用事例、火山災害事例に関する発表を募る。また、データベースの開発や、教育・啓発活動などに関連する発表も歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[SVC35-07] 降灰被害予測コンテンツの開発に関する研究

*久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、中田 節也[1]、藤田 英輔[1]、宮村 正光[1] (1.防災科学技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[SVC35-08] IVHHNの新しいウェブサイトとパンフレットの紹介

*石峯 康浩[1] (1.鹿児島大学地震火山地域防災センター)

16:00 ~ 16:15

[SVC35-09] 霧島硫黄山の火山活動に伴う河川水質汚濁の現況

*木川田 喜一[1]、山本 春香[2]、Deng Wei、深井 惠 (1.上智大学理工学部、2.上智大学大学院理工学研究科)

16:15 ~ 16:30

[SVC35-10] 噴火発生時の避難や救助活動を支援するコンテンツの開発

*宮城 洋介[1]、中田 節也[1]、久保 智弘[1]、吉本 充宏[2]、本多 亮[2] (1.防災科学技術研究所、2.山梨県富士山科学研究所)

16:30 ~ 16:45

[SVC35-11] **東・東南アジア地域の火山の大規模火砕流，降下テフラ，カルデラと犠牲者数**

*宝田 晋治[1]、Joel Bandibas[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

16:45 ~ 17:00

[SVC35-12] 活火山に登る登山者の防災意識調査

*伊藤 英之[1]、戸谷 千鶴[2]、新井 瑞穂[2] (1.岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2.アジア航測株式会社)

降灰被害予測コンテンツの開発に関する研究
Developing Ash-fall impact forecasting content.

*久保 智弘[1]、宮城 洋介[1]、中田 節也[1]、藤田 英輔[1]、宮村 正光[1]
*Tomohiro Kubo[1], Yosuke Miyagi[1], Setsuya Nakada[1], Eisuke Fujita[1], Masamitsu Miyamura[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

火山噴火によって社会基盤に影響を与える現象は様々なものがあるが、その中で特に火山灰は広範囲まで及ぶこともあり、広範囲に被害を及ぼす可能性が高い。たとえば、2011年新燃岳噴火において降灰により高速道路が通行止めになった事例や、火山灰によりスリップ事故が発生するなどの被害をもたらす。また、2016年阿蘇中岳噴火において、降灰により変電所設備が被害を受け、しばらくの間、地域一帯で停電被害をもたらした。一方、建築物についても木造建築などでは設計基準値以上の火山灰が屋根に積もった際にその重さによって倒壊する危険がある。さらに、RC造や鉄骨造で作られることの多いオフィスビルや病院施設、行政施設などにおいては、積載荷重による被害よりも屋上に設置している建築設備機器に直接降灰した際に、その機能に何らかの影響がある可能性がある。そこで、本研究では、噴火災害の際に広範囲に影響を及ぼす可能性のある火山灰について、災害時において重要な機能を持つ病院や行政施設などを対象として、降灰による建築設備機器への影響について、実験を行い、降灰による被害を予測するための検討を行っている。本発表では2018年度に実験を行った冷却塔に関する実験結果について報告する。

さらに、これまでの評価結果に加え、内閣府防災などで検討されている大規模降灰によるインフラ施設への被害に関する情報などを利用した試作版降灰被害予測コンテンツについても報告する。

なお、本研究は文部科学省次世代火山研究・人材育成プロジェクトの課題D3として実施されている事業である。

キーワード：火山灰、被害予測、火山災害対策、実験、建築設備
Keywords: ash-fall, damage estimation, volcano disaster countermeasure, experiment, building equipment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IVHHNの新しいウェブサイトとパンフレットの紹介
New Websites and a Pamphlet of IVHHN

*石峯 康浩[1]
*Yasuhiro Ishimine[1]

1. 鹿児島大学地震火山地域防災センター
1. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University

発表者が日本語に翻訳した国際火山災害健康リスク評価ネットワーク(International Volcanic Health Hazard Network= IVHHN)の新しいホームページとパンフレットの概要を紹介する。IVHHNは、火山活動に起因する健康影響に関する研究や情報交換を担う組織として2003年2月に結成された国際火山学地球内部化学協会（IAVCEI）の小委員会である。ダラム大学のクレア・ホーエル博士らIVHHNの主要メンバーは、Enhancing Learning and Research for Humanitarian Assistance (ELRHA)という国際支援団体からの助成を受け、2015年から2018年にかけて「A New Evidence Base for Respiratory Health Interventions in Volcanic Eruption Crises（通称HIVEプロジェクト）」を実施した。その研究成果を盛り込み、2018年8月にIVHHNのホームページの全面的な改訂を実施して公開した。特筆すべき点は、降灰時にマスクを利用する効果や住民の利用実態等を日本、インドネシア、メキシコでHIVEプロジェクトの一環として調査した結果に基づき、IVHHNとしての推奨マスクについてガイドラインをまとめた点である。同ガイドラインでは、大規模な降灰が発生した場合は、なるべく屋内に留まることを最優先とすべきとした上で、長時間、外出する場合ならびに清掃作業を行う場合にはN95（もしくは同等のレベルを示す日本の基準であるDS2）の規格を満たす産業用の防じんマスクで、自分の顔のサイズにしっかりと合ったものを着用することを推奨している。また、産業用のマスクの多くは、子供の利用を想定していないために子供には大きすぎ、効果が得られにくいことを注意喚起している。IVHHNの新しいホームページは、これらの情報を追加して内容を拡充した上で、最近の情報端末の進展に合わせ、ホームページのデザインをスマートフォン対応したリスポンシブ・レイアウトに変更する等の改良も加えている。また、動画配信サイトが国際的に広く利用されている状況を踏まえ、マスクの装着方法や降灰時の留意点を数分程度にまとめた3点の映像も作成し、同ページ上で公開している。これらの動画はYouTubeならびにVimeoでも配信されている。これらは、また、YouTubeの字幕表示機能を利用して、英語だけでなくスペイン語やインドネシア語でも専門家が翻訳した字幕が表示できるようになっている。発表者は2005年よりIVHHNのメンバーとして日本語版ウェブサイトの管理を担当しているため、英語版のホームページが改訂されたのを受けて翻訳作業を開始し、2019年1月2日より新しい日本語版ホームページをインターネット上に公開した。従来は発表者本人の個人ホームページで公開していたが、今回の改訂を機に新たに取得した独自ドメイン(http://www.ivhhn.jp/)での公開としている。また、IVHHNが新しく作成した「火山灰から呼吸器を守るために」というパンフレットも日本語に翻訳し、製本した。第１版として2019年1月12日付で2000部を印刷し、同日、鹿児島市の主催で開催された平成30年度の桜島火山爆発総合防災訓練にて約1000部を配布した。さらに、IVHHNでは、同ホームページで公開予定の「火山ガスの健康影響」に関するガイドラインを準備中であり、発表者は同ガイドラインの査読を担当するとともに、同パンフレットで利用する予定の写真の提供も行った。

キーワード：IVHHN、HIVE、マスク
Keywords: IVHHN, HIVE, Mask

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

霧島硫黄山の火山活動に伴う河川水質汚濁の現況
State of river water pollution derived from the recent volcanic activity of Mt Iwo-Yama, Kirishima volcanoes

*木川田 喜一[1]、山本 春香[2]、Deng Wei、深井 恵
*Yoshikazu Kikawada[1], Haruka Yamamoto[2], Wei Deng, Megumi Fukai

1. 上智大学理工学部、2. 上智大学大学院理工学研究科
1. Faculty of Science and Technology, Sophia University, 2. Graduate School of Science and Technology, Sophia University

Mt Iwo-Yama belonging to the Kirishima Volcanoes erupted in 2018 for the first time in 250 years. The recent activity of the volcano has a profound effect on the regional economy, especially in the fields of agriculture and tourism. With the phreatic eruption in April 2018, muddy thermal water spouted out from the newly opened vents resulting pollution in the downstream river. As a result, about 1,400 farmers in the downstream area abandoned rice cultivation in 2018.
The muddy water from the newly opened vents is strongly acidic and high in the concentrations of chloride and sulfate with a remarkable amount of arsenic and some kinds of heavy metals. The mud from the vents is mainly composed of grayish argillaceous particles and elemental sulfur suggesting that it is originated from highly-altered zone related to the geothermal reservoir beneath the volcano.
The vents are still busy gushing the muddy thermal water and vapor/steam as of mid-February 2019, ten months after the eruptive events. Based on our continuous investigation, the overflowing water from the vents is constantly strongly acidic (pH <1) and contains a relatively high concentration of arsenic, although the overflow rate is not constant and changes on occasion. The results of our latest chemical analysis show the water contains around 5 mg/L arsenic. Besides, the spring water in the west flank area of the volcano, which is one of the headwaters of the local river, has become strongly acidic with a rise of volcanic activity. That spring water is also one of the reasons for water pollution in the downstream. As a result, even recently the river water pollution in the foot of the volcano is sometimes reported. The river water pollution thus remains as a problem to be solved both environmentally and economically.

キーワード：硫黄山、霧島火山、えびの高原、河川水質汚濁、ヒ素
Keywords: Iwo-Yama, Kirishima Volcanoes, Ebino Highland, river water pollution, arsenic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

噴火発生時の避難や救助活動を支援するコンテンツの開発
Development of information tools for evacuation and rescue in the event of volcanic disaster

*宮城 洋介[1]、中田 節也[1]、久保 智弘[1]、吉本 充宏[2]、本多 亮[2]
*Yosuke Miyagi[1], Setsuya Nakada[1], Tomohiro Kubo[1], Mitsuhiro Yoshimoto[2], Ryo Honda[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 山梨県富士山科学研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government

2016年に始まった文部科学省による「次世代火山研究推進事業」は、従前の観測研究・予測研究に加えて「対策研究」も一体的に行うことを目指すプロジェクトである。防災科研では本プロジェクトの主課題の一つである「火山災害対策技術の開発」の課題責任機関として、「火山災害対策のための情報ツールの開発」というサブテーマで対策研究を進めており、その中で「避難・救助支援コンテンツ」の開発を進めている。これはユーザーとして自治体の防災担当者を想定し、ユーザーが平時及び発災時に必要な情報を取得し、適切な事前防災及び初動対応をとることができるようになることを目的としたものである。

多くの犠牲者を出した2014年9月の御嶽山噴火災害では、登山者の動向（※ここでは、「おおよその数」と「大まかな位置」）を把握することが難しく、避難や救助・捜索活動に際し困難が生じたとされる[火山防災対策推進ワーキンググループ（中央防災会議）、2015]。現在でも火口近傍まで登山者が近づくことができる火山は富士山をはじめとして日本国内に多数存在し、噴火災害発生時に登山者の動向を把握することは、その後の避難や救助・捜索活動に際して適切な判断をするために重要であると考えられる。この登山者動向データを取得する試みとして、2015年から富士山における登山者の動向把握実験「富士山チャレンジ」が行われている[Tanaka, COV10, 2018; 本多他、JpGU2018]。富士山は年間20万人以上の登山者が訪れる活火山であり、実験では登山者にビーコンを配布しモニター協力をお願いし、登山道に設置したレシーバーで検知・認識をすることでビーコンを持った登山者の数と位置をリアルタイムで把握することが可能となる。実験に協力してくれた登山者の数は、2017年は約2,300人、2018年は約14,000人であった。2018年の実験では噴火発生を仮定し、どれくらいの時間で特定の場所の登山者の数と位置を把握できるかなどを調査した。

本研究で開発を進めているコンテンツでは富士山チャレンジで得られた登山者の動態データ（人流位置データ）をインプットデータとして利用し、登山者の動態データを可視化し地図上で他の情報（例えば登山道や避難施設、避難経路、ハザード情報等）と重ねて表示できるようにする。こうすることで、噴火発生時に登山者が「どの辺り」に「何人くらい」いるのかを把握することができ、適切な避難指示や救助・捜索活動を行うことができると考えられる。また平時においても、2015年に改訂された活火山法において各火山防災協議会を構成する自治体では避難計画の策定が義務付けられており、計画の策定にあたり避難施設等の設置場所や避難経路を決定する際に、登山者の動態データとその他地図情報を重ね合わせることで、有効な情報を得ることができ、ハザードのシミュレーション等と組み合わせることで、人的被害を推定することができると考えらえる。

本発表では、2018年に富士山で行われた登山者動向把握実験（富士山チャレンジ）の概要と結果を紹介し、得られたデータを利用した避難・救助支援コンテンツ開発の進捗について報告する。

キーワード：次世代火山研究推進事業、火山災害対策技術、富士山チャレンジ
Keywords: Next Generation Volcano Research, countermeasure technology for volcanic disaster, Mt. Fuji Challenge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東・東南アジア地域の火山の大規模火砕流，降下テフラ，カルデラと犠牲者数

Ignimbrite, tephra-fall, caldera and fatalities of major volcanoes in the East and Southeast Asia

*宝田 晋治[1]、Joel Bandibas[1]
*Shinji Takarada[1], Joel Calupas Bandibas[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, AIST

カルデラ形成を伴う大規模噴火では，噴出源から数10～100 km以上離れた地域に様々な影響・被害を与えることが多い．大規模噴火による火砕流や降下テフラの影響範囲，カルデラの形状は，今後の大規模カルデラ噴火の影響範囲を予測する上で重要な基礎データとなる．そこで，東・東南アジア地域の火山について，大規模火砕流堆積物及び降下テフラの分布，カルデラの形状，火山イベントによる犠牲者数を取りまとめた．

産総研地質調査総合センターでは，G-EVER推進チームが中核となり，アジア太平洋地域のハザード関連情報の整備として，東・東南アジア地域の研究機関と連携し，震源域，震源，活断層，津波，地震犠牲者数，大規模火砕流，大規模降下テフラ，カルデラ，火山イベントの犠牲者数の整備を進めている．2016年には，1000万分の１東アジア地域地震火山災害情報図 （Takarada et al., 2016）として出版した．これらのデータは，WebGISの国際標準形式により，アジア太平洋地域地震火山ハザード情報システム (http://ccop-geoinfo.org/G-EVER/)で閲覧検索が可能であり，ほとんどのデータはGIS形式のファイルをダウンロードできる．その後，火山については，大規模火砕流及び降下テフラの分布，カルデラの形状，火山イベントによる犠牲者数についてより詳細なデータの整備を進め，2019年に公開に至った．

大規模火砕流堆積物: 東・東南アジア地域に分布する代表的なVEI6以上の大規模火砕流堆積物の分布を取りまとめた．ここでは，トバ7.4万年前噴火，白頭山946年噴火，タンボラ1815年噴火，リンジャニ・サマラス1257年噴火，阿蘇4噴火，阿蘇3噴火，姶良-入戸噴火，鬼界-幸屋噴火，鬼界-長瀬噴火，阿多噴火，洞爺噴火，支笏4.6万年前噴火，屈斜路I噴火，屈斜路IV噴火，クラカタウ1883年噴火，ラバウル7世紀噴火，ピナツボ1991年噴火，箱根-東京噴火，十和田-八戸噴火による19の火砕流堆積物について取りまとめている．

大規模降下テフラ: 東・東南アジア地域に分布する代表的なVEI6以上の大規模降下テフラの分布限界や等層厚線を作成した．ここでは，国内の大規模噴火の他，トバ7.4万年前噴火，白頭山946年噴火，タンボラ1815年噴火，リンジャニ・サマラス1257年噴火，ロングアイランド1660年噴火，ウィトリ-キンベ2噴火，ウルルン-隠岐噴火，ウルルン-大和海盆噴火など24の降下テフラを取りまとめている．

カルデラ: 東・東南アジア地域に分布する代表的なVEI6以上のカルデラの形状を取りまとめた．トバ，白頭山，タンボラ, 阿蘇，姶良，鬼界，阿多，洞爺，支笏，阿寒，屈斜路，タール，クラカタウ，リンジャニ・サマラス，ピナツボ，ラバウル，ロングアイランド，ダカタウア，ウィトリ，ビリーミッチェル，十和田，摩周，萌消の23のカルデラを取りまとめている．

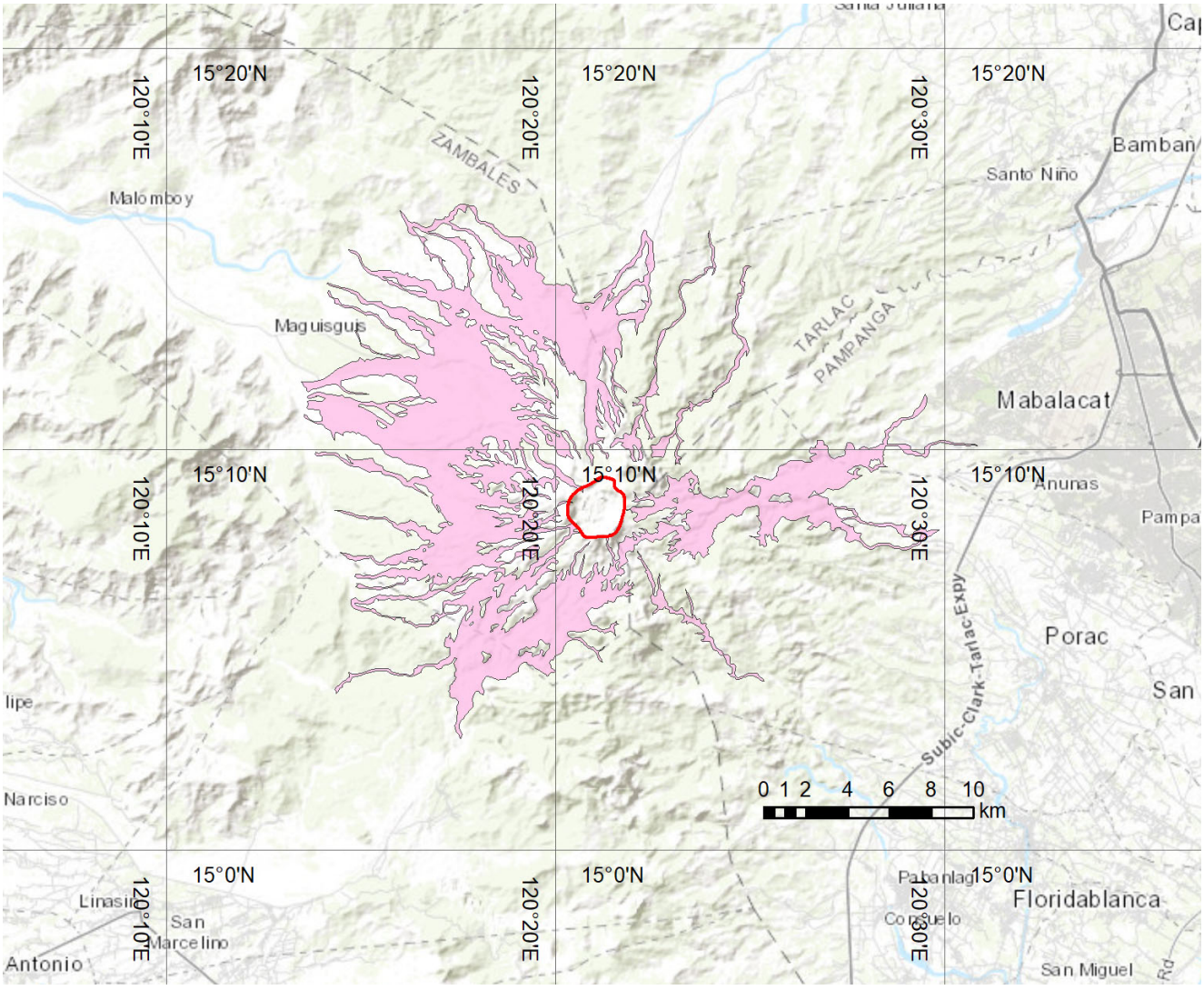
犠牲者数: 東・東南アジア地域に分布する代表的な活火山の西暦1400年以降の火山噴火イベントによる5名以上の犠牲者数とその要因（火砕流，岩屑なだれ，降下火砕物及び噴石，火山泥流，津波，火山ガス，その他関連事象）を取りまとめた．ここでは，パプアニューギニアの9火山13イベント，ソロモン諸島の2火山3イベント，バヌアツの3火山6イベント，インドネシアの27火山74イベント，フィリピンの6火山20イベント，日本の21火山 36イベント，合計67火山，152イベントについて取りまとめている．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

これらのデータは，GISデータとして整備されている．地質調査総合センターの研究資料集で，詳細情報とGISデータが公開されている．また，アジア太平洋地域地震火山ハザード情報システム上で，閲覧・検索，データダウンロードが可能である．大規模火山の噴火イベントの影響評価等多方面に利用できる．

図: ピナツボ火山1991年噴火の火砕流堆積物の分布とカルデラの形状 (地形図はArcGISのベースマップを使用).

キーワード：大規模火砕流、降下テフラ、カルデラ、犠牲者数、ハザード
Keywords: Ignimbrite, Tephra Fall, Caldera, Fatality, Hazard



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

活火山に登る登山者の防災意識調査
On the climber’ s attitudes to the Volcanic mitigation for active volcanoes.

*伊藤 英之[1]、戸谷 千鶴[2]、新井 瑞穂[2]
*Hideyuki Itoh[1], Chizuru Totani[2], Mizuho Arai[2]

1. 岩手県立大学総合政策学部総合政策学科、2. アジア航測株式会社
1. Faculty of policy studies, Iwate prefectural University, 2. Asia air Survey, Co.Ltd.

1.はじめに

2014年9月27日の御嶽山噴火を受け，2015年に活動的火山特別措置法が改定され，自治体は火山防災マップの配布等により避難場所，円滑な警戒避難の把握に必要な事項を周知するとともに，自治体による登山者等の情報把握の努力義務と，登山者の火山情報の収集，連絡手段の確保等の努力義務が新たに追加された。一方，登山者への火山防災情報の伝達方法について，現状では十分検討されているとは言い難く，緊急時における円滑な情報提供と避難手法の確立が急務である。また，平常時における避難路・避難経路等に関する普及啓発も重要であると考えられる。

さらに登山者等も自ら情報収集や危険箇所の把握に努めるよう努力義務が定められたが，実際に登山者が登山前に火山情報を収集しているか疑念が残る。さらに登山届の提出など基本的な安全管理行動が適切に行われているか疑問が残る。

そこで本研究では，栗駒山および秋田駒ヶ岳を対象として，登山者の活火山に対する意識調査を行った。

2. 調査項目と調査方法

調査は対面アンケートで行われた。下山した登山者に対し，登山経験，，登山届提出の有無，登山時の所持品，噴火警戒レベルの理解度等，年齢，居住地など計21項目の設問を用意した。対面アンケートは栗駒山では2018年10月6日に須川温泉付近の登山道入口で，秋田駒ヶ岳では2018年10月7日にアルパこまくさ前で実施した。サンプル数は栗駒山でN=72，秋田駒ヶ岳でN=81であった。

3.単純集計

秋田駒ヶ岳では，岩手・秋田両県からの登山者が多いのに対し，栗駒山では関東地方から大型バスで来訪する団体登山者が多く認められた。また秋田駒ヶ岳，栗駒山ともに67%の登山客が登山届を出していない。栗駒山では約40%，秋田駒ヶ岳では約25%の登山客が登っている山を活火山と認識されておらず，噴火警戒レベルに対しても十分理解がされている状況ではないことが明らかになった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[S-VC38] 活動的火山

コンビーナ:前田 裕太(名古屋大学)、三輪 学央(防災科学技術研究所)、西村 太志(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻)

活動的火山における最近の噴火や歴史噴火、火山活動に伴う諸現象、火山体構造、各種計測技術開発などについて各種地球物理・地球化学観測・地質学的調査などに基づき学際的立場で議論する。火山活動の分岐現象の理解や予測に関する観測、理論、実験分野からの講演も歓迎する。

[SVC38-P01] 反射法地震探査による有珠昭和新山屋根山の構造

*竹井 瑠一[1]、筒井 智樹[1,2]、多田 悠也[2]、森脇 知哉[2]、青木 陽介[3]、青山 裕[4]、丸山 豪[5] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.秋田大学国際資源学部、3.東京大学地震研究所、4.北海道大学大学院理学研究院、5.株式会社マルテック)

[SVC38-P02] 吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動

*岡田 純[1]、松浦 茂郎[2]、近江 克也[2]、山村 卓也[2]、丹原 裕[3]、関 晋[3] (1.気象庁気象研究所火山研究部（仙台分室）、2.気象庁仙台管区気象台地震火山課、3.気象庁仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P03] 吾妻山におけるBP型・BT型地震について

*吉開 裕亮[1]、森田 裕一[2]、近江 克也[3]、丹原 裕[4]、小林 宰[1] (1.気象庁火山課、2.東京大学地震研究所、3.仙台管区気象台地震火山課、4.仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P04] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、細粒火砕物の産状と岩石学

*丸山 照頼[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC38-P05] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物の産状と岩石学

*鈴木 由希[1]、福島 涼人[2] (1.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修)

[SVC38-P06] 草津白根山の2018年の火山活動について

*小林 宰[1]、加藤 幸司[1]、末峯 宏一[1]、木村 一洋[1]、吉開 裕亮[1]、小川 康雄[2]、野上 健治[2]、神田 径[2]、寺田 暁彦[2] (1.気象庁火山課、2.東京工業大学理学部火山流体研究センター)

[SVC38-P07] 草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成

*外山 浩太郎[1]、角野 浩史[1]、川名 華織[1]、秋山 良秀[1]、大場 武[2]、谷口 無我[3]、寺田 暁彦[4] (1.東京大学　大学院総合文化研究科　広域科学専攻　相関基礎科学系、2.東海大学　理学部化学科、3.気象庁　気象研究所、4.東京工業大学　理学院火山流体研究センター)

[SVC38-P08] 本白根山における2018年噴火後の自然電位および地磁気全磁力観測

*山崎 明[1]、飯野 英樹[1]、田中 達朗[1] (1.気象庁地磁気観測所)

[SVC38-P09] 新潟焼山第3・4期噴出物の石基組織解析及び化学組成分析による噴出プロセスの検討

*吉田 巧[1]、齋藤 武士[1] (1.信州大学大学院総合理工学研究科)

[SVC38-P10] 水位変動・地震観測に基づく立山カルデラ新湯の地下構造の推定

*川口 亮平[1]、齋藤 直子[2]、鬼澤 真也[1] (1.気象研究所、2.気象庁富山地方気象台)

[SVC38-P11] Real time monitoring of underground temperature in Jigokudani, Midagahara volcano using LPWA devices

*渡辺 了[1]、西日本電信電話株式会社 富山支店[2] (1.富山大学大学院理工学研究部、2.西日本電信電話株式会社)

[SVC38-P12] 焼岳火山の山頂と1962-63年火口の噴気の化学・同位体組成

*齋藤 武士[1]、澤村 俊[2]、網田 和宏[3]、三島 壮智[4]、大沢 信二[4] (1.信州大学学術研究院理学系、2.信州大学大学院総合理工学研究科、3.秋田大学大学院理工学研究科、4.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設)

[SVC38-P13] 北八ヶ岳，横岳最新2溶岩の年代推定および横岳最新期の火山砕屑物の特徴

*新田 寛野[1]、齋藤 武士[1]、下岡 順直[2] (1.信州大学総合理工学研究科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科)

[SVC38-P14] 波形相関処理を用いた2007年御嶽山噴火日推定の試み

*西嶋 就平[1]、寺川 寿子[1]、堀川 信一郎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P15] 2007年および2014年御嶽山噴火前後に発生した山頂付近の地震活動

*山中 佳子[1]、堀川 信一郎[1]、前田 裕太[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P16] 傾斜計データにおける降雨及び融雪補正の効果　　－御嶽山への適用例－

*木村 一洋[1,5]、河島 克久[2]、松元 高峰[2]、佐々木 明彦[4]、伊豫部 勉[3]、宮村 淳一[1]、中橋 正樹[1] (1.気象庁地震火山部火山課、2.新潟大学災害・復興科学研究所、3.京都大学大学院工学研究科、4.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、5.新潟大学自然科学研究科)

[SVC38-P17] **2011年3月15日の静岡県東部地震による富士山周辺域のb値の空間分布への影響**

*村越 匠[1]、宮下 智成[2] (1.防衛大学校、2.航空自衛隊)

[SVC38-P18] 伊豆半島東部伊東沖の海底火山手石海丘の現状

*山中 寿朗[1]、川田 佳史[2]、野口 拓郎[3]、八田 万有美[3]、岡村 慶[3] (1.東京海洋大学、2.東北大学、3.高知大学)

[SVC38-P19] 伊豆大島最北部碁石浜におけるカルデラ形成以前の火山噴出物とその堆積年代

*寺山 怜[1]、鈴木 毅彦[1]、小林　淳[2] (1.首都大学東京都市環境科学研究科、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P20] 伊豆大島山頂付近の地震のSchusterの方法によるp値の時間変化について

*高山 博之[1] (1.気象庁気象研究所火山研究部第１研究室)

[SVC38-P21] 伊豆諸島北部、新島に分布する第四紀後期テフラの標準層序と岩石学的・地化学的特性―火山ガラスの主元素組成、斜方輝石、角閃石類の屈折率を中心に―

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、西澤 文勝[1,2]、村田 昌則[1]、石村 大輔[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所)

[SVC38-P22] **伊豆諸島神津島火山の最新期活動におけるテフラ層序とその噴火史**

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、西澤 文勝[2]、鈴木 毅彦[1,3] (1.首都大学東京 火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所、3.首都大学東京 都市環境学部)

[SVC38-P23] 三宅島・神津島・八丈島周辺の震源分布の特徴：速度構造との関連性

*萩原 弘子[1]、渡辺 秀文[1] (1.東京都庁)

[SVC38-P24] GNSSキャンペーン観測による三宅島の地殻変動（2013年～2015年）

*渡部 陽奈[1]、松島 健[2]、福井 海世、渡邉 篤志[3]、及川 純[3]、奥田 隆[4]、小澤 拓[5]、宮城 洋介[5] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.東京大学地震研究所、4.名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター 、5.防災科学技術研究所)

[SVC38-P25] 伊豆諸島御蔵島で確認されたテフラの記載岩石学的特徴

*田野 智大[1]、鈴木 毅彦[1,2]、小林 淳[2]、村田 昌則[2] (1.首都大学東京都市環境科学部、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P26] Pseudo thermal anomalies in the shortwave infrared bands of the Himawari-8 AHI and their correction for volcano thermal observation

*金子 隆之[1]、安田 敦[1]、吉崎 徳人[2]、高崎 健二[3]、本多 嘉明[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象庁気象衛星センター、3.水産研究・教育機構、4.千葉大学 環境リモートセンシング研究センター)

[SVC38-P27] 臨時地震観測と広帯域MT観測による雲仙火山浅部で発生する火山性地震の研究

*橋本 匡[1]、相澤 広記[2]、松島 健[2]、清水 洋[2]、林田 祐人[1]、湯浅 雄平[1]、塚本 果織[1]、山本 有人[3]、宮野 幹大[3]、神薗 めぐみ[1]、松本 聡[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学理学部地球惑星科学科)

[SVC38-P28] 雲仙火山浅部で発生する火山性地震の波形の特徴

*宮野 幹大[1]、清水 洋[2]、松島 健[2]、松本 聡[2]、相澤 広記[2]、橋本 匡[3]、林田 祐人[3]、湯浅 雄平[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC38-P29] 雲仙普賢岳北東麓立野地区で見られる火砕物露頭と層序

*長井 大輔[1] (1.雲仙岳災害記念館)

[SVC38-P30] 相対重力計で観測された熊本県阿蘇地域における重力変化（2015-2018）

*宮内 佑典[1]、風間 卓仁[1]、福田 洋一[1]、吉川 慎[2]、大倉 敬宏[2]、西島 潤[3]、藤光 康宏[3] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学火山研究センター、3.九州大学大学院工学研究院)

[SVC38-P31] 阿蘇火山における水準測量2018

*大倉 敬宏[1]、吉川 慎[1]、井上 寛之[1]、横尾 亮彦[1]、宇津木 充[1]、山本 圭吾[2]、内田 和也[4]、前田 裕太[5]、堀川 信一郎[5]、松廣 健二郎[5]、奥田 隆[5]、田ノ上 和志[5]、木股 文昭[7]、村瀬 雅之[6]、森 済[6]、三島 壮智[3]、小松 信太郎[2]、高谷 真樹[3]、及川 純[8]、石井 杏佳[3]、宮内 佑典[3]、木村 育磨[3]、内田 雅喜[3]、仲井 一穂[3]、瀧下 恒星[3]、千葉 慶太[4]、橋本 匡[4]、神谷 義之介[4]、山本 有人[4] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター、2.京都大学防災研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.九州大学大学院理学研究院、5.名古屋大学大学院環境学研究科、6.日本大学文理学部、7.東濃地震科学研究所、8.東京大学地震研究所)

[SVC38-P32] 斜長石斑晶の化学組成から読み解く阿蘇カルデラ形成噴火第３サイクルにおけるマグマ進化

*松木田 悠希[1]、飯塚 毅[1]、牛久保 孝行[2]、清水 健二[2]、下司 信夫[3]、宮城 磯治[3]、浜田 盛久[2] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SVC38-P33] 噴火微動の継続時間と噴出量の関係

*森 亜津紗[1]、熊谷 博之[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻)

[SVC38-P34] 2018年3月の新燃岳噴火に伴う地殻変動

*渡部 豪[1]、横田 崇[1]、倉橋 奨[1]、榎本 賢大[1] (1.愛知工業大学)

[SVC38-P35] GNSS観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SVC38-P36] GNSSデータによる姶良カルデラ周辺の広域上下変動

*仲井 一穂[1]、井口 正人[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所附属火山活動研究センター、3.京都大学大学院理学研究科火山研究センター)

[SVC38-P37] 水準測量によって測定された桜島火山の地盤上下変動（2017 年11 月～2018 年11 月）

*山本 圭吾[1]、松島 健[2]、吉川 慎[3]、井上 寛之[3]、園田 忠臣[1]、瀧下 恒星[1]、仲井 一穂[1]、内田 雅喜[3]、大柳 諒[3]、神谷 義之介[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学防災研究所、2.九州大学理学研究院、3.京都大学理学研究科)

[SVC38-P38] 繰り返し相対重力観測で明らかになった桜島火山における1990年代以降の重力時空間変化

*大柳 諒[1]、風間 卓仁[1]、山本 圭吾[2]、大島 弘光[3]、岡田 和見[3]、園田 忠臣[2]、井口 正人[2] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学防災研究所、3.北海道大学地震火山研究観測センター)

[SVC38-P39] UAVを用いた噴火中の桜島火山の火口内状況把握

*三浦 俊介[1]、望月 拓実[1]、藤田 浩司[1]、浦山 利博[1]、佐々木 寿[1]、千葉 達朗[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC38-P40] **Seismic refraction and wide-angle reflection experiment in southern Kyushu, Japan: (3) the 2018 exploration report**

*宮町 宏樹[1]、高橋 浩晃[2]、青山 裕[2]、大園 真子[2]、椎名 高裕[6]、髙田 真秀[2]、一柳 昌義[2]、山口 照寛[2]、薄田 悠樹[2]、齊藤 一真[2]、伊藤 ちひろ[2]、村井 芳夫[2]、中垣 達也[2]、筒井 智樹[3]、竹井 瑠一[3]、多田 悠也[3]、山本 希[4]、平原 聡[4]、中山 貴史[4]、東 龍介[4]、鈴木 秀市[4]、佐藤 利典[5]、蔵下 英司[6]、安藤 美和子[6]、田中 伸一[6]、池澤 賢志[6]、山田 知朗[6]、中東 和夫[7]、前田 裕太[8]、堀川 信一郎[8]、松廣 健二郎[8]、奥田 隆[8]、辻 修平[8]、十川 直樹[8]、片尾 浩[9]、澁谷 拓郎[9]、三浦 勉[9]、中川 潤[9]、米田 格[9]、為栗 健[9]、瀧下 恒星[9]、仲井 一穂[9]、山下 裕亮[9]、松島 健[10]、内田 和也[10]、宮町 凛太郎[10]、八木原 寛[1]、平野 舟一郎[1]、久保 武史[1]、坂尾 健有[1] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.北海道大学大学院理学研究院、3.秋田大学国際資源学部、4.東北大学大学院理学研究科、5.千葉大学大学院理学研究院、6.東京大学地震研究所、7.東京海洋大学学術研究院、8.名古屋大学大学院環境学研究科、9.京都大学防災研究所、10.九州大学大学院理学研究院)

[SVC38-P41] 幸屋火砕流の流動・堆積機構

*鈴木 桂子[1]、中岡 礼奈[1]、山根 朋己[2] (1.神戸大学 海洋底探査センター、2.神戸大学大学院理学研究科)

[SVC38-P42] 開聞岳南方海域の崩れ地形の成因を海底地形とマルチチャンネル反射波地震探査から探る

*山口 寛登[1]、清水 賢[2]、井和丸 光[2]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、堀内 美咲[3]、松野 哲男[2,3]、巽 好幸[2,3] (1.神戸大学理学部惑星学科、2.神戸大学海洋底探査センター、3.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

[SVC38-P43] 口永良部島火山2018-19年噴火降下火砕物の産状と分布

*長井 雅史[1]、中川 正二郎[2]、入山 宙[1]、三輪 学央[1]、棚田 俊收[1]、上田 英樹[1]、中田 節也[1] (1.防災科学技術研究所 火山防災研究部門、2.屋久島地学同好会)

[SVC38-P44] ALOS-2/PALSAR-2干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動

*谷口 隆文[1]、影山 勇雄[1]、奥山 哲[2]、安藤 忍[2] (1.気象庁、2.気象研究所)

[SVC38-P45] **Volcano-hydrothermal inflation revealed by the spatial variation of stress field at the Tatun Volcano Group, northern Taiwan**

*Hsin-Chieh Pu[1]、Cheng-Horng Lin[2,3,4,5]、Ya-Ju Hsu[2]、Li-Chin Chang[3] (1.Central Weather Bureau, Taiwan, ROC.、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC.、3.Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan, ROC.、4. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, ROC.、5.National Center for Research on Earthquake Engineering, National Applied Research Laboratories, Taipei, Taiwan, ROC.)

[SVC38-P46] インドネシア・クラカタウ火山の2018年12月噴火に伴う地形変化と地殻変動

*矢来 博司[1]、小林 知勝[1]、山田 晋也[1] (1.国土地理院)

反射法地震探査による有珠昭和新山屋根山の構造
The structure of Showa-Shinzan Yaneyama Usu by seismic reflection surveys

*竹井 瑠一[1]、筒井 智樹[1,2]、多田 悠也[2]、森脇 知哉[2]、青木 陽介[3]、青山 裕[4]、丸山 豪[5]
*Ryuichi Takei[1], Tomoki Tsutsui[1,2], Yuya Tada[2], Tomoya Moriwaki[2], Yosuke Aoki[3], Hiroshi Aoyama[4], Go Maruyama[5]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 秋田大学国際資源学部、3. 東京大学地震研究所、4. 北海道大学大学院理学研究院、5. 株式会社マルテック
1. Graduate School of International Resource Sciences, The University of Akita, 2. Faculty of International Resource Sciences, The University of Akita, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Graduate school of Science, The University of Hokkaido, 5. Marutec Co., Ltd.

有珠昭和新山屋根山で反射法地震探査を行い, 溶岩ドーム基部の浅部構造を推定した. 有珠昭和新山は1943-1945年に形成された若い火山である. 頂部標高がおよそ406.9mの溶岩ドーム構造と屋根山と呼ばれる饅頭型の台地から成るのが特徴である. 昭和新山ではこれまで様々な物理的探査手法や地質調査が行われており, その形成過程やマグマの供給経路について議論されてきた. しかし屋根山の詳細な構造については未解明な部分が多い.

本研究では2017, 2018両年にそれぞれ2測線の計4測線の観測を行い, データを取得した. 測線は溶岩ドーム東側ではほぼ東西方向に2測線(Y17, Y18), 溶岩ドーム南西側のグレン谷で2測線(G17, G18)を設けた. 2017年測線(Y17, G17)ではどちらも受振点は24ポイントで6.3kgのハンマーを震源とした. 2018年測線(Y18, G18)はどちらも受振点は48ポイントで三笠産業製のタンピングランマー(MT-55L)を震源とした. 測線の展開方式はすべてsplit-spread方式を採用した. 受振器間隔はY測線では4m, G測線では3mとした. 得られた波形記録の反射法地震探査解析処理にはSU(Seismic Un*x)を用いた. タンピングランマーを震源とした場合には, 反射法解析を行う為に”SOSIE”という原理に基づき前処理が必要である (横倉ほか, 1983).

すべての測線で反射断面および時間断面を得た. 特に, G18測線では深さ約100mまでの反射断面を得ることができ, 深さ80m程度まで測線中央に向かって深くなっている緩やかな谷底のような構造が確認できた. また深さ100m程には, ほとんど水平と思われる境界が表れている.

今後は屈折トモグラフィー解析を行うとともに, 既往データとの比較を行うなどの統合解析の実施を検討している.

キーワード：反射法地震探査、昭和新山
Keywords: Seismic reflection survey, Showa-Shinzan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動
Ground deformation associated with the 2014-2015 and the 2018-2019 volcanic activities at Azumayama

*岡田 純[1]、松浦 茂郎[2]、近江 克也[2]、山村 卓也[2]、丹原 裕[3]、関 晋[3]
*Jun Okada[1], Shigeo Matsuura[2], Katsuya Ohmi[2], Takuya Yamamura[2], Yu Nihara[3], Susumu Seki[3]

1. 気象庁気象研究所火山研究部（仙台分室）、2. 気象庁仙台管区気象台地震火山課、3. 気象庁仙台管区気象台地域火山監視・警報センター
1. Volcanology Research Department (Sendai Office), Meteorological Research Institute, JMA, 2. Seismology and Volcanology Division, Sendai Regional Headquarters, JMA, 3. Regional Volcanic Observation and Warning Center, Sendai Regional Headquarters, JMA

吾妻山は、東北日本弧の火山フロント上に位置する玄武岩～安山岩質の活火山である。有史以降の噴火は、一切経山大穴火口とその周辺で発生しており、水蒸気噴火が主体である。1977年12月を最後に以後40年以上噴火は発生していないが、近年、様々な火山現象が観測によって捉えられている。2003-2009年におよそ2-3年の周期でみられた大穴火口付近の局所的な膨張と収縮は、それぞれ地震回数の多い時期と少ない時期に対応し、その変動源は大穴火口直下に求まる（吉田・他、2012）。これは、山崎・他（2010）による熱消磁源の位置にほぼ一致している。また、2008-2011年に大穴火口で噴気活動が活発化した際には、植木・他（2010）が単色地震の活動が活発化したことを報告しており、周波数解析から水蒸気噴火の温床となる浅部熱水系の特徴が明らかにされつつある（鳥本、2016）。より近年では、2014-2015年及び2018-2019年に火山活動が活発化し、気象庁は、それぞれ2014年12月及び2018年9月に火口周辺警報を発表し、噴火警戒レベルを1から2へ引き上げた。両者の活動では、地震活動や熱活動の活発化とともに、数か月単位で継続する山体膨張が傾斜計やGNSS連続観測などによって捉えられた。

2014-2015年の活動では、浄土平の傾斜計で2014年7月下旬から西上がりの変化が観測され、GNSS連続観測では2014年9月頃から一切経山付近の膨張を示唆する変化が見られ始めた。地震活動は、これらの地殻変動に呼応するように10月頃から始まり、12月から翌年1月中旬頃にかけて活発化した。一方、2018-2019年の活動では、浄土平の傾斜計で2018年5月頃から緩やかな西上がりの変化が見られ始め、7月22日の火山性微動発生以後はその変動率を上げて推移している（2019年2月時点）。GNSS連続観測でも、2018年5月頃から山体の膨張を示す変化が見られている。また、地震活動は、2018年8月中旬頃から増減を繰り返しながら活発化し、地震回数は2019年に入ってもやや多い状態で経過している（2019年2月時点）。

2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動は、ともに地震活動の活発化に先行して始まる膨張性の変動であり、傾斜変化は数カ月以上、ほぼ同じ方向と変化率を保ったまま推移するなど、強い類似性が認められる。一方、いくつかの相違点も指摘できる。2018-2019年の活動は、(1) 2014-2015年の活動と比べ火山性微動の発生回数が多く、(2) 2018年7月22日の火山性微動発生とそれ伴う比較的大きな傾斜変化（浄土平観測点で1μrad程度）が直接のきっかけとなって始まった可能性があり、(3) 7月22日を含むいくつかの火山性微動の発生時に、隣の安達太良山の山腹に設置している傾斜計で大穴火口方向が下がる変化が明瞭に観測されているという特徴をもつ。これらの事実は、2014-2015年と2018-2019年の火山活動の地下のプロセスの違いを示しているかもしれない。また、もし、(3)の傾斜変化を吾妻山の深部での収縮と仮定するならば、大穴火口周辺で生じている膨張現象は、深部マグマ溜まりから浅部熱水系への高温の火山性流体（火山ガスなど）の間欠的な注入によってトリガーされている可能性があり、2018年7月下旬頃に始まった火山ガスの組成比（SO_2/H_2S）の上昇やその後の大穴火口周辺での地熱域の拡大など他の観測事実も説明可能である。

キーワード：吾妻山、地殻変動、GNSS、傾斜計、火山性地震

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Azumayama, deformation, GNSS, tiltmeters, volcanic earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

吾妻山におけるBP型・BT型地震について
BP-type and BT-type volcanic earthquakes in Azumayama

*吉開 裕亮[1]、森田 裕一[2]、近江 克也[3]、丹原 裕[4]、小林 宰[1]
*Yusuke Yoshigai[1], Yuichi Morita[2], Katsuya Ohmi[3], Yu Nihara[4], Tsukasa Kobayashi[1]

1. 気象庁火山課、2. 東京大学地震研究所、3. 仙台管区気象台地震火山課、4. 仙台管区気象台地域火山監視・警報センター
1. Volcanological Division, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Seismology and Volcanology Division, Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency, 4. Regional Volcanic Observation and Warning Center, Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency

山形県と福島県の県境に位置する吾妻山では，2018年７月22日に火山性微動が発生し，浄土平総合観測点（大穴火口の東南東約１km）の傾斜計では火口方向上がりの変動が顕著となった．火山性地震は８月以降増減を繰り返しながらも多い状態であり，火山活動が活発な状態が継続している．気象庁では，９月13日に火口周辺警報を発表し，噴火警戒レベルを１（活火山であることに留意）から２（火口周辺規制）に引き上げた．

大穴火口周辺では主に高周波成分が卓越するBH型，低周波成分が卓越するBL型，ハーモニックな波形を持つBP型・BT型の火山性地震が発生している．火山性地震は概ね大穴火口付近の深さ１km以浅で発生する．

2018年７月から10月にかけてはBH型地震が主に発生し，11月になるとBL型地震やBP型・BT型地震の割合が若干増加した．その後，BL型地震の割合は減少したが，BP型・BT型地震の割合はさらに増加し，火山性地震に占めるBP型・BT型地震の割合が11月には25%，12月以降は40～50%と現在も多い状態となっている．2018年７月以降に発生したBP型・BT型地震は，2010年から2011年にかけて発生したBP型・BT型地震で見られた，単一な周波数ピークを持つ減衰振動の他，複数の周波数ピークを持つ減衰振動，波の立ち上がり付近に高周波なイベントを伴うものや近接する周波数ピークにより共鳴しているもの等様々なタイプが発生しており，卓越周波数の系統的な変化はみえない．本発表では，2018年７月以降に発生したBP型・BT型地震について，波形の形や振幅比等に着目した結果を紹介する．

本調査は，東京大学地震研究所と気象庁地震火山部の間の地震・火山防災研究分野における連携・協力に関する協定の下，東京大学地震研究所の設備を利用し，地震研究所の皆様と議論させて頂きました．関係の皆様に謝意を表します．

キーワード：吾妻山、火山性地震、N型地震
Keywords: Azumayama, Volcanic Earthquake, N-type Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名火山二ッ岳渋川噴火、細粒火砕物の産状と岩石学
The occurrence and petrology of the fine-grained pyroclastic materials of the Futatsudake-Shibukawa eruption in Haruna volcano.

*丸山 照頼[1]、鈴木 由希[2]
*Teruyoshi Maruyama[1], Yuki Suzuki[2]

1. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, School of Education , Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University

榛名火山は、東北日本弧最南端に位置する第四紀複合成層火山である。榛名火山の約50万年間の活動を、下司・竹内 (2012) は約20万年間の活動休止期を挟む、古期榛名火山 (500-240ka) と新期榛名火山(45ka-) に分類した。榛名火山の最新の活動は二ッ岳において発生した渋川噴火（5世紀後半～6世紀初頭）と伊香保噴火（6世紀後半～7世紀初頭）である（年代は下司・大石 (2011) によるもの）。早田（1989）で記載された2つの噴火の堆積物の層相を参考にすると、渋川噴火では溶岩ドームの爆発的破壊によって火砕流が発生し、伊香保噴火では噴煙柱の崩壊により火砕流が発生したものと考えられる。Suzuki and Nakada (2007) は、二ツ岳伊香保噴火について詳細な岩石学的検討を実施した。マッシュ状の珪長質マグマに苦鉄質マグマが注入し、マッシュ状の珪長質マグマの一部が混合マグマや加熱された珪長質マグマとなったこと、さらに、これらが火道を開栓することで、残りのマッシュ状マグマも噴出するに至ったことが示された。しかし、二ッ岳渋川噴火に対するマグマ供給系および噴火誘発過程を議論した岩石学的研究はない。したがって本研究では渋川噴火のマグマ供給系、並びに、噴火誘発過程の理解を目的として、噴出物の全岩組成分析および薄片記載を行った。特に本研究では、噴火の推移および噴火に関わったマグマの時間変化を明らかにするため、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物ではなく、細粒火砕堆積物を研究対象とした。

榛名火山北東麓～東麓の4露頭（はるな平和墓苑東方、軽浜、水沢南、有馬）から渋川噴火の細粒火砕堆積物のサンプル採取を行った。いずれの露頭も、早田 (1989) によって示された厚い火砕流（ブロック・アンド・アッシュ・フロー）の分布域の縁辺に存在している。したがって本研究の研究露頭は、流走する火砕流より、火砕サージ堆積物が供給されるような地域 (Fujii and Nakada, 1999) に位置しているといえる。はるな平和墓苑東方、軽浜、有馬の露頭では基底部もおさえることができた。露頭において層相により、複数のユニットに区分した。採取したサンプルに含まれる本質軽石は白色、淡灰色、灰色の3種類の色彩を呈していた。サンプルに含まれる22個の本質軽石に対して全岩組成分析を行った結果、SiO_2＝60.7-61.9 wt.%であり、軽石は珪長質安山岩だと分かった。全岩組成分析を行った軽石試料から選別した10試料の軽石と、軽浜の露頭の下位ユニットから採取した火山灰1試料に対して薄片作成と薄片記載を行った。全岩組成分析の行えるサイズの軽石だけでは、基底部から上位層に向けてのマグマ組成の変化を議論できないため、火山灰試料の検討が必要である。軽石薄片の全試料において、斑晶組み合わせは斜長石、角閃石、斜方輝石、鉄チタン酸化物であった。これらの斑晶は、集斑晶として共存しているので、晶出時には平衡状態にあったといえる。火山灰薄片からは遊離結晶（斜長石、角閃石、斜方輝石）、軽石粒子、溶岩粒子が見られた。軽石薄片と火山灰薄片の全試料において、汚濁帯を呈する斜長石が確認できたことから、噴火に関わったマグマは、高温マグマとの混合またはそれによる加熱を経た可能性が高い。また、どちらの試料からも高温マグマ由来の結晶の存在が確認できなかったことから、高温マグマとの混合を経た場合、高温マグマは無斑晶質のマグマであったことが分かる。軽石試料は、色彩の相違に関わらず、全岩組成と斑晶組み合わせが等しいことから、それぞれを形成したマグマはマグマ溜まり内では均質であったと考えられる。灰色軽石の全5試料のうち、4試料から、石基結晶および分解縁を持つ角閃石が確認できたことから、灰色軽石を形成したマグマは白色軽石を形成したマグマとは異なる上昇過程を経たことが考えられる。

鈴木・福島（2019；本大会）は、榛名山東麓の渋川噴火のブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物に含まれる軽石に対して岩石学的研究を行っている。全岩組成はSiO_2=60.6-61.6wt.%であり、細粒火砕物に含

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

まれる軽石の全岩組成に近い。また斑晶組み合わせや斜長石の汚濁帯や角閃石の分解縁といった斑晶の組織が等しいことから、2つの堆積物を形成したマグマはマグマだまりでは均質であった可能性が高いことがわかった。噴出直前までこの2つを形成したマグマが同一だった場合、火砕流が榛名山北東麓～東麓を流れる河谷を流れ下る際に、岩塊流と火砕サージに分かれた。その結果、河川からの距離によってブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物と細粒火砕堆積物の異なる産状が形成されたと考えられる。

キーワード：榛名火山、ブロック・アンド・アッシュ・フロー、火砕サージ、マグマ混合、高温マグマによる加熱、噴火誘発
Keywords: Haruna volcano, Block and ash flow, Pyroclastic surge, Magma mixing, Heating from hotter magma, Eruption trigger

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名火山二ッ岳渋川噴火、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物の産状と岩石学

The occurrence and petrology of the block and ash flow deposit from the Futatsudake-Shibukawa eruption, Haruna volcano

*鈴木 由希[1]、福島 涼人[2]
*Yuki Suzuki[1], Ryouto Fukushima[2]

1. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, School of Education, Waseda University

榛名火山は東北日本弧の最南端に位置する活火山である。 最新の活動は二ッ岳において発生した渋川噴火（5世紀後半～6世紀初頭）と伊香保噴火（6世紀後半～7世紀初頭）である（年代は下司・大石 (2011)）。早田（1989）の記載した火砕物の層相を参考にすると、渋川噴火（0.4 DRE km^3 ）では溶岩ドームの爆発的破壊により火砕流が発生し、伊香保噴火（0.99 DRE km^3）では噴煙柱の崩壊により火砕流が発生したといえる（噴出量は山元（2013））。Suzuki and Nakada (2007)は伊香保噴火を検討し、マッシュ状の珪長質マグマに高温マグマが注入し、その結果発生した低粘性のマグマ（加熱を受けた珪長質マグマと混合マグマ）が火口を開栓し、マグマ溜りに残っていたマッシュ状マグマも噴出するという噴火誘発モデルを提案した。同じ火口から最短で数十年前に発生していた渋川噴火も、共通のマグマ供給系が源となっている可能性が高い。そこで2噴火の準備過程を連続した視点で読み解くことが不可欠である。

渋川噴火の露頭は、ブロック・アンド・アッシュ・フロー（BAF）堆積物が主体の露頭（本発表）と、水蒸気爆発や火砕サージに由来する細粒火砕物の露頭（丸山・鈴木, 2019；本大会）に大別される。河谷に近い位置にBAF堆積物の露頭が、遠ざかった位置に細粒火砕物の露頭が存在する。渋川噴火のBAF堆積物には比較的大型の本質軽石ブロック（～30cm）が含まれる特徴がある。そのため最大でも火山礫サイズの軽石のみが含まれる細粒火砕堆積物に比べ、全岩組成分析等において有利である。本研究では、榛名山北東麓の大輪川沿い（中野）と登沢川沿い（下川島）、南東麓の榛名白川沿い（松之沢・西明屋）の合計4露頭にて、調査及びサンプリングを実施した。北東麓では黒ボク土を挟んで上位に二ツ岳伊香保噴火の降下軽石が存在することで、渋川噴火の産物であることが確認できた。南東麓のBAF堆積物は、従来、45kaの榛名カルデラ噴火の産物と考えられていた。しかし下司・大石（2011）の炭素14年代測定により渋川噴火のものと判明した。BAF堆積物は狭在する火山灰層により複数のユニットに分割できる場合もあった（全面露頭であった中野・下川島など）。本質ブロックは、どの露頭・ユニットでも、白色・灰色・濃灰色に分類された。色彩の異なる部分が縞状に分布していたり、あるいは不規則に混在しているブロックも確認された。

ブロックが比較的新鮮であった（西明屋を除く）3露頭から、色彩を網羅する合計21試料を検討した。東大地震研にて外西・他（2015）の方法で全岩組成を分析したところSiO_2量が60.6-61.7wt%と非常に均質で珪長質安山岩であった。さらに北東麓と南東麓とで、全岩組成に系統差がないことも判明した。雲仙1991-1995年噴火では噴出マグマの組成に時間変化があり、しかも火砕流の流下方向に時間変化があった（Nakada and Motomura, 1999）。今回のデータの範囲では、渋川噴火について、組成と流下方向の時間変化を示す関係は見られない。軽石の色彩を網羅する6試料について薄片を作成し、記載岩石学的特徴を予察的に検討した。斑晶鉱物として角閃石、斜方輝石、斜長石、石英、Fe-Ti酸化物を確認した。石英は8薄片に1粒子しか存在せず非常に希である。石英を除き、斑晶は互いに集斑晶を形成しており平衡晶出したと推測される。斜長石のリムには汚濁帯が観察され、噴火直前にメルトが未分化になったことを示す。メルトを未分化にするプロセスとして、高温マグマとの混合か、高温マグマによる加熱の可能性が挙げられる。マグマ混合が起きたのであれば、高温マグマは無斑晶質であったと考えられる。軽石の色彩により、全岩組成や斑晶組み合わせが変化しないことから、色の差は石基結晶量の相違（Gardner *et al.*, 1998）によりもたらされた可能性が高い。角閃石の分解縁も、濃灰色のブロックのみで観察された。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Suzuki and Nakada (2007)によると、伊香保噴火の初期には加熱された珪長質端成分マグマが、中盤には加熱も受けていない珪長質端成分マグマが、両者とも白色軽石（60～62 wt.% SiO_2）として噴出している。白色軽石は角閃石、斜方輝石、斜長石、Fe-Ti酸化物の斑晶を含んでいる。以上のことから、渋川噴火と伊香保噴火では、互いによく似た珪長質マグマが活動した可能性が高い。伊香保噴火では、苦鉄質マグマの混合の明らかな噴出物（灰色軽石や溶岩、～57.5 wt.% SiO_2）が確認されている。2噴火で共通の珪長質マグマが活動したのなら、渋川噴火の噴出物の生成における高温マグマの混合比は（仮に起きていても）非常に小さかったということになる。今後、渋川噴火の噴火誘発過程を詳しく調べることはもちろんのこと、伊香保噴火の珪長質マグマ由来の斑晶に、噴火の数十年前の高温マグマによる加熱・混合の影響が残っているのか調べてみる必要がある。

キーワード：榛名火山、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物、マッシュ状珪長質マグマ、噴火誘発、マグマ混合、高温マグマによる 加熱
Keywords: Haruna volcano, Block and ash flow deposit, Mush-like felsic magma , Eruption trigger, Magma mixing, Heating from hotter magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草津白根山の2018年の火山活動について
Report of Volcanic Activity at Kusatsu-Shiranesan in 2018

*小林 宰[1]、加藤 幸司[1]、末峯 宏一[1]、木村 一洋[1]、吉開 裕亮[1]、小川 康雄[2]、野上 健治[2]、神田 径[2]、寺田 暁彦[2]
*Tsukasa Kobayashi[1], Koji Kato[1], Koichi Suemine[1], Kazuhiro Kimura[1], Yusuke Yoshigai[1], Yasuo Ogawa[2], Kenji Nogami[2], Wataru Kanda[2], Akihiko Terada[2]

1. 気象庁火山課、2. 東京工業大学理学部火山流体研究センター
1. Volcanological Division, Japan Meteorological Agency, 2. Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

草津白根山は群馬県北西部にある活火山で，気象庁の常時観測火山のひとつである．南東側に低くなる第三紀火山岩からなる基盤山地上に，非対称に成長した安山岩･デイサイトの成層火山で，西端部の最高所付近に白根山・逢ノ峰・本白根山等の火砕丘群が南北に並んでいる．最新のマグマ噴火は約3000年前に発生しており，有史以降の噴火は1902年の弓池付近までを含む白根山山頂周辺，および本白根山付近で起き，近年の噴火活動はすべて水蒸気爆発である．

草津白根山では，2018年に入って，１月には本白根山が噴火し，4月以降は、湯釜付近の地震活動が活発化するなど，活動の高まりがみられている．本発表では，2018年の草津白根山の火山活動について紹介する．

草津白根山の本白根山では，2018年1月23日10時02分に，水蒸気噴火が発生した．噴火開始前の09時59分から火山性微動が発生し，東京工業大学が湯釜付近に設置している傾斜計でも南方が上昇する傾向の傾斜変動が観測された．10時02分頃，低周波地震発生とともに，傾斜変動は，湯釜からみて南方向が下がるセンスに転じた．

噴火発生後，鏡池北火口付近ごく浅部を震源とするごく微小な火山性地震（BH型地震）が多発したが，徐々に減少していった．

そういった中，2018年４月下旬に，湯釜付近浅部を震源とする地震が急増し,その後，湯釜付近に設置している傾斜計で湯釜付近浅部の膨張を示す地殻変動が観測されはじめた．また，地磁気観測では，熱消磁を示す全磁力変化が４月頃より観測された．

9月上旬には，地震活動はやや低下し、傾斜変動も鈍化する傾向がみられたものの，9月28日に，再び，湯釜付近浅部を震源とする地震が急増し，傾斜計でも，4月と同様の地殻変動が再び観測されだした．その後，地震活動は低下したもの，2019年１月においても継続している．

草津白根山周辺の広域のGEONET日座標値（F3解）に、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の余効変動、季節変動、各観測点の共通変動除去などを行い、気象庁のGNSS観測点の解析結果と結合した結果，2014年から2015年にかけて地震活動が高まった時期に，草津白根山の北西の深部膨張を示唆する解析結果が得られ，類似した変化が2018年に入ってから，幾つかの観測点で確認できる．

謝辞:気象庁地磁気観測所には，全磁力連続観測による全磁力値の解析データを提供頂きました．ここに御礼申し上げます．

キーワード：草津白根山、水蒸気噴火、地震活動、地殻変動、地磁気全磁力変化
Keywords: Kusatsu-Shiranesan, phreatic explosion, earthquake activity, ground deformation, variation of geomagnetic total intensity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成
Noble gas isotope composition of fumaroles and hydrothermal gases around Kusatsu-Shirane volcano

*外山 浩太郎[1]、角野 浩史[1]、川名 華織[1]、秋山 良秀[1]、大場 武[2]、谷口 無我[3]、寺田 暁彦[4]
*Kotaro Toyama[1], Hirochika Sumino[1], Kaori Kawana[1], Yoshihide Akiyama[1], Takeshi Ohba[2], Muga Yaguchi[3], Akihiko Terada[4]

1. 東京大学　大学院総合文化研究科　広域科学専攻　相関基礎科学系、2. 東海大学　理学部化学科、3. 気象庁　気象研究所、4. 東京工業大学　理学院火山流体研究センター
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, 2. Department of chemistry, School of Science, Tokia University, 3. Meteorological Research Institute, 4. Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

Mount Kusatsu-Shirane, an active stratovolcano consisting of three pyroclastic cones (from north to south, Mt. Shirane, Mt. Ainomine, and Mt. Motoshirane) erupted on 23 January 2018 at Mt. Motoshirane. This eruption was a phreatic eruption, which often occur without magma movement. Therefore, there is no or very small precursor geophysical signals. In contrast, the chemical and isotopic compositions of volcanic gases can change reflecting pressure rise of a gas reservoir which caused the phreatic eruption. Especially, helium isotope ratio ($^3He/^4He$) is regarded as a useful tracer for the volcanic activity, because it exhibits unique values corresponding to the origin (e.g., 7-8 Ra in the mantle and < 0.1 Ra in the curst, where 1 Ra denotes atmospheric $^3He/^4He$ ratio of 1.4×10^{-6} [1]). Some studies have reported pre-eruptive $^3He/^4He$ anomalies, suggesting the increase of supply of the magmatic helium into the hydrothermal system preceding eruption [2,3].

We report the noble gas (He, Ne, Ar) isotopes of fumaroles and hot-spring gases collected from 9 sites around Kusatsu-Shirane volcano during 2014 and 2018. The measured $^3He/^4He$ ratios were corrected for atmospheric contamination based on $^4He/^{20}Ne$ ratios. The air-corrected $^3He/^4He$ ratio of Sesshogawara fumarole, located on 2 km east of the 2018 phreatic vent, had been constant at 7.0-7.5 Ra during 2014 and 24 January 2018, and dropped to 6.5 Ra on 13 February 2018. The $^3He/^4He$ ratio increased to 7.6 Ra on 21 May 2018 and has been constant at about 7.5 Ra. The $^3He/^4$ He ratios of bubbling gases of Kusatsu-Yubatake hot spring, which located on 5 km east of the 2018 phreatic vent, had been constant at 6.5-6.9 Ra during 2014 and 12 February 2018, decreased to 6.0 Ra on 3 June 2018, and then increased to 7.5 Ra on 6 August 2018. The $^3He/^4$ He ratios of Hoshimata fumarole, which located on 3 km west of the 2018 phreatic vent, increased from 6.2 Ra to 7.3 Ra during 2 March 2018 and 19 June 2018. The trends observed in these sites seem to be associated with the 2018 eruption with different time lags, which may reflect the migration distance from the 2018 phreatic vent to the sites.

In Kusatsu-Shirane area, two hydrothermal reservoirs, one of which is located beneath Yugama crater of Mt. Shirane and the other is located beneath Mt. Motoshirane (between Ainomine and Mt. Motoshirane), have been proposed [4]. The $^3He/^4He$ ratios (7.2-8.1 Ra) of Kitagawa fumaroles on the northern flank of Mt. Shirane near the Yugama crater, may reflect the values of the gases derived from the hydrothermal reservoir beneath Mt. Shirane. On the other hand, the lower $^3He/^4He$ ratios observed in Sesshogawara, Kusatsu-Yubatake and Hoshimata after the eruption may result from another contribution from a reservoir having lower $^3He/^4He$ ratios (less than 6.5 Ra), which could be attributed to the hydrothermal reservoir beneath Mt. Motoshirane. The reservoir beneath Mt. Motoshirane may be enriched in radiogenic ^4He derived from the crust, because Mt. Motoshirane has not erupted for last 1500 years [5].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

It has been proposed that the 2018 eruption was caused by sealing of gas pathway from magma to the hydrothermal reservoir beneath Mt. Shirane [4]. This would result in decrease of supply of magmatic gas with high $^{3}He/^{4}He$ ratio to Sesshogawara, Kusatsu-Yubatake, and Hoshimata. Therefore, the low $^{3}He/^{4}He$ ratios observed in these sites after the 2018 eruption may reflect relative increase of the contribution of gas supplied from the Mt. Motoshirane hydrothermal reservoir. In contrast, the high and relatively constant $^{3}He/^{4}He$ ratios at all of the sites since August 2018 suggest that the gas from the reservoir beneath Mt. Shirane is dominant. Ohba et al. [4] proposed that supply of magmatic gas to the Mt. Motoshirane reservoir increased before the eruption as a result of the sealing of gas pathway from magma to the Mt. Shirane reservoir, and that it caused high fluid pressure of the reservoir and subsequent phreatic eruption at Mt. Motoshirane. This implies that $^{3}He/^{4}He$ ratio of the Mt. Motoshirane reservoir also increased from a lower value to a higher value less than 6.5 Ra before the eruption. Although further study is necessary to constrain $^{3}He/^{4}He$ ratios of the reservoirs, the remarkable temporal $^{3}He/^{4}He$ variation after the eruption can be accounted for by the change in mixing ratio of the gases from the two reservoirs.

References: [1] Ozima and Podosek (2002) Noble Gas Geochemistry.; [2] Padrón et al. (2013) Geol.; [3]Paonita et al. (2016) Geol.; [4]Ohba et al. (2018) JpGU2018, SVC41-38.; [5]Nigorikawa et al. (2016) JpGU, SVC48-11.

キーワード：希ガス、火山ガス、草津白根山、火山噴火、時間変化
Keywords: Noble gas , Volcanic gas, Kusatsu-Shirane volcano, Volcanic eruption, Temporal variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本白根山における2018年噴火後の自然電位および地磁気全磁力観測
Self-potential and geomagnetic total intensity observations at Motoshirane volcano after the 2018 eruption

*山崎 明[1]、飯野 英樹[1]、田中 達朗[1]
*Akira Yamazaki[1], Hideki Iino[1], Tatsurou Tanaka[1]

1. 気象庁地磁気観測所
1. Kakioka Magnetic Observatory

2018年1月23日、草津白根山の本白根山で水蒸気噴火が発生し、鏡池北火砕丘や鏡池に複数の噴火口が形成された。噴火後、一時活発化した噴火口付近のごく浅部を震源とする地震活動は減少し、また噴気等の熱的な表面活動も同年2月下旬以降は終息している。気象庁地磁気観測所では噴火後の本白根山地下の熱的状態を把握することを目的として、本白根山山頂周辺部において自然電位観測および地磁気全磁力観測を実施した。

自然電位の測定はこれまでに数多くの火山で実施され、火山活動との関係について研究され、主に火山地下浅部の熱水対流との関係性について議論されてきた。しかし、最近の研究では、自然電位分布は比抵抗構造や浸透率、ゼータ電位等に依存し、解釈が難しい面のあることも指摘されている。本白根山においては、2003年の第４回草津白根山集中総合観測（以下、2003年集中観測と略す）で実施された自然電位観測の中で、鏡池北火砕丘の北部から東部の遊歩道沿いで自然電位測定がなされたのが唯一であり、山頂部周辺の自然電位の全体的分布はこれまでわかっていなかった。

こうした背景を踏まえ、2018年6月30日から7月2日にかけて本白根山山頂部周辺の約130点において自然電位の測定を実施した。電極は銅・硫酸銅電極を使用し、測定間隔は約50ｍ、測定方法はいわゆる全電位法で行った。地形効果の補正は、鏡池の東側斜面の測線において標高と電位に明瞭な負の相関(-1.3mV/m)が認められたため、この相関係数を全測点に適用することにより行った。その結果、本白根山山頂部周辺では200～500mVの正の電位分布を示すことがわかった。特に鏡池の西～南西側や、2018年の噴火の主噴火口がある鏡池北火砕丘の周縁部などで局所的に電位が高い領域が認められた。これらの領域では、山体上部への熱水の流れが周囲よりも卓越していることが可能性の一つとして考えられる。また、2003年集中観測時の測定結果と比較したところ、鏡池北火砕丘噴火口の北～北東部において100mV程度の有意な電位の時間変化のあることがわかった。この変化は2018年の噴火に関連して地下水の流れが変わったことを反映している可能性も示唆される。

地磁気全磁力観測については、本白根山山頂部周辺に全磁力繰返し観測点を10点選定し携帯型のプロトン磁力計を用いて観測をおこなった。2018年6月（6/28-30）に1度目の観測をした後、8月(8/28-29)および10月(10/7)に繰返し観測を実施した。その結果、約3ヶ月の期間に明瞭な全磁力変化は観測されず、噴火後の本白根山において急速な熱消磁もしくは冷却による帯磁は発生していないことが確認された。

なお、自然電位および地磁気全磁力とも今年再度観測を行い、時間的変化の有無を調査する予定である。

キーワード：草津白根山、本白根山、自然電位観測、全磁力繰返し観測、熱消磁
Keywords: Kusatsu-Shirane volcano, Motoshirane volcano, Self-potential observation, Geomagnetic total intensity observation, Thermal demagnetization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新潟焼山第3・4期噴出物の石基組織解析及び化学組成分析による噴出プロセスの検討

Eruption processes of the 3rd and 4th stage of Niigata-Yakeyama Volcano, Japan, inferred from microlite texture and chemical composition

*吉田 巧[1]、齋藤 武士[1]
*Takumi Yoshida[1], Takeshi Saito[1]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科
1. Shinshu University

新潟県西部，妙高火山群の北端に位置する新潟焼山火山は，約3000年前から溶岩流と火砕流を流出する噴火を繰り返してきた，火山群の中で最も新しい活火山である(例えば早津，1993;1994;2008)．焼山活動史上最大規模であったとされる第3期の活動では，前山溶岩流・早川火砕流が噴出し，それに続く第4期活動では、現在の山頂溶岩ドームを形成した焼山溶岩流と良く発泡した溶岩を含む大谷火砕流Ⅰが噴出した(早津，2008)．第3期噴出物は安山岩質とデイサイト質からなる不均質な溶岩で(前山溶岩流:SiO2=52.8~63.9wt.%，早川火砕流堆積物:SiO2=54.8~64.1wt.%;小林・石崎，2014)，田・齋藤(2018，JPGU)では，これらを対象に石基マイクロライトの組織解析を行い，安山岩とデイサイトのマイクロライトは過冷却度の異なる条件下で噴出した可能性を示した．今回は，第4期噴出物の石基組織解析と第３・４期噴出物の長石結晶の化学組成分析を行い，組織解析と化学組成分析の結果から各噴出物の噴出プロセスについて考察する．

大谷火砕流堆積物Ⅰの組織分析の結果，早川火砕流堆積物(NA=5700~11000)と比べて低い数密度(NA=1300~3300)を示した．結晶度は，早川火砕流堆積物中の安山岩質溶岩(φ=0.23~ 0.27)とデイサイト質溶岩(φ=0.02~0.03)の中間の値(φ=0.10~0.25)を示した．斜長石結晶の化学組成分析の結果，第3期噴出物の斑晶からAn#(Ca/Ca+Na)=065~0.84 が得られた．前山溶岩流の安山岩質溶岩のマイクロライトは，An#=0.38~0.82 で平均値は An#=0.61 を示す.前 山溶岩流のデイサイト質溶岩のマイクロライトは，An#=0.27~0.73，平均値は An#=0.54 で比較的An成分に乏しい値を示す．早川火砕流堆積物中の安山岩質溶岩のマイクロライトは，An#=0.34~0.91 で平均値は An#=0.58 を示す．第4期噴出物の斑晶は，An#=0.45~0.89 である．焼山溶岩流のマイクロライトは，An#=0.34~0.79 で平均値は An#=0.63 を示し，大谷火砕流堆積物Ⅰのマイクロライトは，An#=0.35~0.90，平均値 An#=0.62 の組成を示す．また，長石マイクロライトの An#は，結晶のサイズが小さくなるに従い低い値となることが示された．

一般に，減圧過程で結晶化する斜長石マイクロライトの組成は，脱水に伴う減圧が進むにつれAn 成分に乏しくなることが知られている(例えば中村，2011)．斜長石の An#が低い結晶は，より強い減圧の影響を受けて結晶化したと考えられる．化学組成分析の結果，第3期噴出物に関しては，デイサイト質溶岩の An#が安山岩質溶岩に比べて低い値を示したことから，デイサイト質溶岩はより減圧の影響を受けて結晶が形成されたと考えられる．田・齋藤(2018，JPGU)では，第3期噴出物のデイサイト質溶岩は安山岩質溶岩に比べ数密度が高く，結晶度が低いことから，過冷却度の高い条件で核形成が多く行われたことを報告した．このことからデイサイト質溶岩は過冷却度が高く，減圧の強い影響を受けたことが示唆される．一方，溶岩流と火砕流とでは大きな違いは認められず，斜長石のマクロライトから，両者の噴火プロセスの違いを明らかにすることはできなかった．第4期噴出物は第3期噴出物と異なり，比較的均質な化学組成を示すことが知られている(SiO2=57.5~59.0wt.%;小林・石崎，2013)．第4 期噴出物の大谷火砕流堆積物Ⅰは第3期噴出物の早川火砕流堆積物に比べて低い数密度を示したことから，早川火砕流堆積物と比べて低い過冷却度で結晶化した可能性が

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

示唆される．大谷火砕流堆積物 I の An組成は，早川火砕流堆積物より高い An#の値を示したことから，減圧の影響はより低いと考えられる．大谷火砕流は早川火砕流と比べて噴出速度が低く，そのため過冷却度が低く，減圧の影響も低かった可能性がある．一方で大谷火砕流堆積物 I は良く発泡した溶岩からなり，マイクロライトの結晶化以前に急激な発泡が進行した可能性もある．その場合，結晶化以前にメルトから脱水が進行したことによって，減圧に伴う An#の低下が十分起こらなかった可能性もある．

キーワード：新潟焼山、焼山溶岩流、大谷火砕流堆積物、前山溶岩流、早川火砕流堆積物、斜長石マイクロライト
Keywords: Niigata-Yakeyama, Yakeyama lava flow, Otani pyroclastic flow, Maeyama lava flow, Hayakawa pyroclastic flow, Plagioclase microlite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水位変動・地震観測に基づく立山カルデラ新湯の地下構造の推定
Estimation of subsurface structure of Shinyu crater lake, Tateyama Caldera, based on the water level and seismic observation data

*川口 亮平[1]、齋藤 直子[2]、鬼澤 真也[1]
*Ryohei Kawaguchi[1], Naoko Saito[2], Shin'ya Onizawa[1]

1. 気象研究所、2. 気象庁富山地方気象台
1. Meteorological Research Institute, 2. Toyama local Meteorological office, Japan Meteorological Agency

立山カルデラの新湯は火山活動によって形成された直径約40 m，深さ約5.6 mの火口湖である．河川からの流入はなく，湖底の噴出口から湯水が噴出することで水位を維持しており，あふれた湯水は北にある湯川へ流出している．新湯は数十年前から満水の状態を維持していたが，2014年以降，数日から20日程度の周期で干上がりと満水の状態を繰り返す間欠泉活動を行うようになったことが報告されている（福井ほか，2018）．新湯の水位変動活動を調査するため2017，2018年の6月から10月にかけて新湯の湖岸周辺に水位計と地震計およびタイムラプスカメラを設置して観測を行った．本研究では，観測で得られた水位変動に関する時間の規則性から新湯の地下状態の推定を試みたので報告する．

新湯の水位変動は気泡式の水位計によって10分の測定間隔で観測した．水位変動に伴う新湯湖面の表面現象の変化をタイムラプスカメラによって観測した．また，新湯の湖岸から約20 m離れた場所に地震計を設置し，100 Hzのサンプリング周期で水位変動現象に伴う震動現象を観測した．

観測期間中に2017年は7サイクル，2018年は8サイクル分の干上がりから満水になる水位変動をそれぞれ観測できた．まず，水位変動の期間を干上がり，水位上昇，満水，水位下降の4つに分け，それぞれにかかる時間を調べた．その結果，干上がりは約3日間，水位上昇は約4.5日間，満水は0～20日間，水位下降は約0.5日間であった．満水を継続した期間は幅があったものの，水位の上昇と下降にかかる時間はほぼ一定で規則的であった．

水位変動に伴う湖面の状態を調べたところ，水位上昇・満水の期間に上昇している湯水は気泡を伴って噴出していた．また，地震動の振幅も水位上昇・満水の期間と水位下降・干上がりの期間では大きく異なっていた．これらのことから新湯の地下には湯溜まりがあり，湯溜りの湯水が沸騰して新湯へ噴出することによって間欠泉活動が起きていると考えられる．

新湯と地下の湯溜りの間の湯水の流路を半径一定の円筒と仮定して，水位下降の時間から大きさの推定を試みた．新湯の形状を円錐，水位下降期間の新湯地下へ流出する湯水の流量を一定と仮定した場合，新湯の大きさと水位下降にかかる時間から流量は約0.06 m^3/sと見積もられる．また，水位計で得られた水位下降期間における湖底の噴出口より下の場所での水位下降速度は1.2-2.5×10^{-3} m/sであった．これらの値から，新湯直下の湯水の管路の半径は2.8-4.0 mと推定される．発表では，既存の間欠泉モデルと推定された新湯地下の形状を用いて，水位の上昇下降の時間スケールを比較した結果についても報告する．

キーワード：新湯、立山カルデラ、間欠泉
Keywords: Shinyu, Tateyama caldera, geyser

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Real time monitoring of underground temperature in Jigokudani, Midagahara volcano using LPWA devices

*渡辺 了[1]、西日本電信電話株式会社 富山支店[2]
*Tohru Watanabe[1], Toyama branch NTT West[2]

1. 富山大学大学院理工学研究部、2. 西日本電信電話株式会社
1. Gradudate School of Science and Engineering, University of Toyama, 2. Nippon Telegraph and Telephone West Corporation

Jigokudani is an active geothermal area in Midagahara volcano, Toyama prefecture, central Japan. It was formed as a result of repeated phreatic eruptions over 40,000 years. Increased volcanic activity in this area has been observed since 2011. In order to detect a precursory signal of a phreatic eruption, seismicity, observations should be conducted on seismicity, ground deformation, geothermal activity, volcanic gas, etc. A real time monitoring system of underground temperature using LPWA (Low Power, Wide Area) devices has been tested since 30 August 2018. An LPWA device (NHR, SS05-ST) is composed of thermometer and transmitter (LoRaWAN). 10 devices were deployed in Jigokudani. Temperature sensors (thermocouples) were placed at the depth of 50 cm. Transmitters send temperature data every 30 minutes to a gateway to the internet situated in Hotel Tateyama. The distances from the gateway to LPWA devices are within 1 km. Underground temperatures can be monitored on internet devices. Since Jigokudani has a heavy snowfall in winter, 7 devices were removed and 3 devices were left to test in winter. Though temperature data could be received until December 2018, no data could be received since then. Transmitters of around 50 cm high above the ground must be covered with snow. During summer and fall, LPWA devices are useful for real time monitoring.

キーワード：地中温度、LPWA、リアルタイム観測
Keywords: underground temperature, LPWA, real time monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

焼岳火山の山頂と1962-63年火口の噴気の化学・同位体組成
Varying chemical and isotopic compositions of fumarolic gases from the summit and from the 1962-63 eruptive vents at Yakedake Volcano, Japan

*齋藤 武士[1]、澤村 俊[2]、網田 和宏[3]、三島 壮智[4]、大沢 信二[4]
*Takeshi Saito[1], Shun Sawamura[2], Kazuhiro Amita[3], Taketoshi Mishima[4], Shinji Ohsawa[4]

1. 信州大学学術研究院理学系、2. 信州大学大学院総合理工学研究科、3. 秋田大学大学院理工学研究科、4. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設
1. Institute of Science, Academic Assembly School of Science and Technology, Shinshu University, 2. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 3. Graduate School of Engineering Science, Akita University, 4. Beppu Geothermal Research Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

北アルプス南部に位置する焼岳火山は，気象庁の常時観測火山に選定されている活発な活火山である．約2.5万年前から活動を開始し，約2300年前のマグマ噴火以降は水蒸気噴火を繰り返してきた．近年では，1907-39年に水蒸気噴火を繰り返し，1962-63年に山頂北側斜面で水蒸気噴火を起こして以降は，時折群発地震活動が観測される以外は静穏な状態が継続している．山頂周辺には噴気孔が複数存在しており，特に北峰南側斜面の噴気孔では1907年以降，活発な噴気活動が続いている．我々は山頂の噴気活動に着目して2013年から噴気孔の温度，ガス観測を行ってきた（齋藤ほか，2019）．今回は山頂の噴気に加えて，山頂北側の1962-63年火口からも噴気を採取し，山頂のデータとの比較を試みた．

山頂周辺で最も活発に活動している北峰南西の噴気（以下では山頂噴気）は，2013年7月以降，噴気孔出口の温度が113-123℃で推移している．1962-63年火口周辺には，山頂噴気よりも勢いの弱い噴気孔が広範囲に点在しており（以下では63噴気），その放出温度は95-100℃程度と山頂噴気よりも若干低いものの沸点以上の値を有する．

化学組成分析の結果，63噴気は山頂噴気と比べて，SO_2に乏しく，$CO_2/\Sigma S$が高いことがわかった．63噴気が山頂噴気と比べて，噴気の勢いが弱いことや温度が低いことと調和的である．1962-63年火口下には山頂よりも発達した熱水系が存在しているのかもしれない．ガスの化学平衡から計算される見かけの平衡温度（AET）も63噴気の方が低く推定された．一方で$He-N_2-Ar$比は，山頂噴気よりもHeに富む特徴を示した．このことは63噴気が，マグマ性流体の強い寄与を受けている可能性を示唆する．1962-63年火口は焼岳の最後の噴火が生じた火口であり，マグマ性流体の上昇は山頂火口よりも1962-63年火口の方がより強いのかもしれない．

また63噴気の噴気凝縮水の水素・酸素同位体比は，山頂噴気の値と大きく異なる値を示した．山頂噴気はδD = -27~-23 ‰，$\delta^{18}O$ = 2.5~3.6 ‰とDおよび^{18}Oに富む値を示したのに対し，63噴気はδD = -116 ‰，$\delta^{18}O$ = -18 ‰と，山麓の河川水や火口湖，山頂付近の雨水から推定される地域天水の同位体比（δD = -78 ‰，$\delta^{18}O$ = -11 ‰）よりも低い値を示した．1962-63年火口周辺の噴気は勢いが弱く，地表付近で噴気の凝結と蒸発を繰り返すことによって強い同位体分別を被った可能性がある．山頂噴気と63噴気は約300m離れており，山体内部でのマグマ-熱水システムの発達の違いを反映して，噴気の化学・同位体組成が変化している可能性があることがわかった．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北八ヶ岳，横岳最新2溶岩の年代推定および横岳最新期の火山砕屑物の特徴

Eruption age determination of the latest two lava flows and characteristics of volcaniclastic materials from the recent activity of Yokodake Volcano, Japan

*新田 寛野[1]、齋藤 武士[1]、下岡 順直[2]
*Hiroya Nitta[1], Takeshi Saito[1], Yorinao Shitaoka[2]

1. 信州大学総合理工学研究科、2. 立正大学地球環境科学部環境システム学科
1. Shinshu University of Science and Technology, 2. Department of Environment System, Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

長野県中部に位置する横岳は，八ヶ岳火山列の中で唯一の活火山である．現在は静穏な状態が継続しているものの，過去に9枚の溶岩流（Y1~Y9）を流出している（河内1974，1975）．しかし各溶岩の噴出年代や詳細な噴火プロセス，小規模なテフラを放出する噴火の有無などの課題が残されている．我々は活火山である横岳最新期の活動を評価するために，最も新しい噴出物とされるY9溶岩とその一つ前のY8溶岩の年代に着目して研究を進めてきた．これまで，Y8とY9溶岩の古地磁気方位と古地磁気強度から年代推定を試み，Y8溶岩から約0.60~0.65 ka，1.60~1.80 ka，1.90~1.95 ka，3.35~3.85 ka，Y9溶岩から約0.60 ka，1.80 ka，1.90~1.95 ka，2.20~2.25 ka，2.4~2.45 ka，3.70~3.75kaの古地磁気学的年代値を得たものの，年代を決定することはできなかった（新田・齋藤，2018，JPGU；新田・齋藤，2018，火山学会）．今回，Y8とY9溶岩の熱ルミネッセンス（TL）年代測定と粘性残留磁化（VRM）を用いた年代推定を試みた．また，Y9溶岩の直上および，山頂周辺で火山砕屑物層を確認したので，その産状と特徴についても報告する．

TL年代測定は，Y8とY9溶岩を粉砕して約10~50 μmの多鉱物試料を抽出し，TL測定を行った．その結果，Y8溶岩から3.3 ±1.2 kaのTL年代を得た．一方でY9溶岩からはTL発光を得られず年代値が求められなかった．そこで溶岩試料の獲得したVRMと実験室で着磁したVRMを比較することで，VRM獲得に要した時間の推定を試みた．Y9溶岩の4試料でVRM年代を推定したが，得られた年代値は大きくばらつき，有意な年代値が得られなかった．自然に獲得したVRMの認定や，実験条件の選定などに問題があると考えられ，今後さらに検討を加える予定である．以上の結果と古地磁気学的年代値を合わせると，Y8溶岩の噴出年代は約3.3kaと推定され，Y9溶岩に関しては3.70~3.75kaを除外できたが，5つの古地磁気学的推定年代からさらに絞ることはできなかった．

Y9溶岩直上に層厚3 cm程の炭質物を含む細粒～シルト質の明灰色の火山灰堆積物を確認した．これは奥野（1995）のNYk-1テフラに相当すると考えられる．さらに横岳山頂付近の登山道沿いで4枚の火山砕屑物層を認めた．上位から，層厚1~2cm程で細粒～シルト質の灰色の火山灰層，層厚30cm程で炭化物を含む中粒～細粒砂サイズの黄灰色の火山砕屑物層，層厚10cm程で中粒～細粒砂サイズの黄灰色の火山砕屑物層，層厚30cm以上で，5cm大の礫を含む礫～粗粒砂サイズの暗灰色の砂礫層である．最下部の砂礫層は奥野（1995）のNYk-2テフラに相当する可能性があり，2.35~2.15 cal ka BPの年代値が得られている（奥野・小林，2010）．その上位の2枚の火山砕屑物層は横岳起源と考えられ，NYK-2テフラ以降の2回の噴火の可能性が示唆される．最上位の細流火山灰層に関しては，横岳起源と考えているが，他の火山に由来する可能性もあり，今後さらに検証する予定である．

キーワード：北八ヶ岳横岳、最新溶岩、年代推定、TL年代測定、最新期の火山砕屑物

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Yokodake Volcano, Latest lava, Eruption age determination, TL dating, Volcaniclastic materials from the recent activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

波形相関処理を用いた2007年御嶽山噴火日推定の試み
Estimating the date of the 2007 eruption of Mount Ontake Volcano using waveform correlation

*西嶋 就平[1]、寺川 寿子[1]、堀川 信一郎[1]
*Shuhei Nishijima[1], Toshiko Terakawa[1], Shinichiro Horikawa[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Mt. Ontake volcano erupted on late March, 2007. However, we do not know the exact time of the eruption with a Volcanic Explosivity Index 0 because of little visual evidence. I tried to estimate the date of the 2007 eruption, using a waveform correlation method. A previous study reports that focal mechanisms of volcanic earthquakes associated with the latest eruption in 2014 changed from normal/strike-slip faulting with east-west tension to reverse faulting with east-west compression. Based on this fact, I selected 10 and 8 volcanic events for the pre- and the post-periods of the 2014 eruption as template events. I applied the technique to continuous seismic waveforms from 22 December 2006 to 31 March 2007. I detected 2375 (pre-eruption type) and 1659 (post-eruption type) events corresponding to the pre- and the post-eruption events, respectively. I found that events with east-west tension (pre-eruption type) became active at the early stage until a very long period (VLP) event occurred on 25 January, and during the period from 5 to 19 February. On the other hand, the activity of events with east-west compression (post-eruption type) became dominant for 11 days after the VLP event occurred, and during the period from 20 February to 24 March. Subsequently, neither type of events became dominant. The activity of pre-eruption type events synchronized with the period when the length of the baseline in the east-west direction across Mt. Ontake increased. This suggests that events of pre-eruption type are related to the magma intrusion process beneath the volcano. The activation of events of post-eruption type following to the VLP event, which is well modeled by a tensile crack with a strike of N20W, may be related to contraction processes after the event released water vapor from the volcano. Based on the changes in types of detected events as well as the seismicity, I concluded that Mt. Ontake would have erupted on 20 February or between 11 and 12 March, 2007.

キーワード：火山、波形相関処理
Keywords: volcano, Matched Filter Method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2007年および2014年御嶽山噴火前後に発生した山頂付近の地震活動
Seismic activity beneath Mt. Ontake volcano before and after the 2007 and 2014 eruptions

*山中 佳子[1]、堀川 信一郎[1]、前田 裕太[1]
*Yoshiko Yamanaka[1], Shinichiro Horikawa[1], Yuta Maeda[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Encironmental Studies, University of NAGOYA

2017年10月より，名古屋大学では，株式会社計測技研と共同開発した小型・低消費電力の地震観測テレメータ装置（堀川他，2017火山学会）の試験運用として御嶽山山頂に10点地震観測点を設置し，リアルタイム観測を行っている．これらのデータに御嶽山から概ね10km以内にある名大の定常観測点8点，気象庁の9点を加えて2017年11月～2018年6月の山頂直下の地震活動を求めた．その結果．地震は剣ヶ峰の南西から西の領域（地獄谷西側）で2014年噴火の火口列周辺に集中しており，深さは用いる構造にもよるが深さ0kmから-1.5kmではほぼ直線上に分布し，-1.5km付近で北東ー南西方向に広がることがわかった．（山中他，2018年JpGU）

今回この時に求められた観測点補正値を用いて，山頂観測点がない時期に発生した地震活動について震源分布を求めた．2014年の噴火前は，深さ1.0km付近から-0.6km付近まで直線的に地震が起こっており，これらは2017-2018年の活動で見られる直線上の活動の延長線上にある．噴火後，地震活動は深さ-0.6km付近から南北２方向に別れ，深さ-1.2km付近で一気に広がるように見える．この南北方向に広がった活動は徐々に浅く南西方向に広がりつつ現在の地震活動域に至っている．

2007年の噴火前の2月までの地震活動については．観測点が少なく地震規模も小さめであるため震源位置を決めることができた地震数は少ないが，地震は深さ3kmから2014年の活動に比べると全体的に深く，深さ0km以浅の地震はほとんどない．また深さ3kmから0km付近で発生した地震は直線上に分布しており，2014年噴火前の直線上の地震活動とほぼ同じ，またはその深部延長上で起こっていたことがわかった．このことから2007年と2014年の噴火時，ほぼ同じ通路を通って熱源となったなんらかの流体が上昇してきたと考えられる．

キーワード：御嶽山、地震活動
Keywords: Mt. Ontake, Seismic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

傾斜計データにおける降雨及び融雪補正の効果　ー御嶽山への適用例ー
Effect of rain and snowmelt correction of tiltmeter data - Application example for Ontakesan Volcano -

*木村 一洋[1,5]、河島 克久[2]、松元 高峰[2]、佐々木 明彦[4]、伊豫部 勉[3]、宮村 淳一[1]、中橋 正樹[1]
*Kazuhiro Kimura[1,5], Katsuhisa Kawashima[2], Takane Matsumoto[2], Akihiko SASAKI[4], Tsutomu Iyobe[3], Junichi Miyamura[1], Masaki Nakahashi[1]

1. 気象庁地震火山部火山課、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 京都大学大学院工学研究科、4. 国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、5. 新潟大学自然科学研究科
1. Japan Meteorological Agency, 2. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 3. Faculty of Engineering, Kyoto University, 4. Department of Geography and Environmental Studies, Kokushikan University, 5. Graduate School Science and Technology, Niigata University

2014年９月に御嶽山で発生した水蒸気噴火において、気象庁が火山監視目的で山頂南東側約３km地点の田の原（標高2196m）に設置した傾斜計により、噴火開始数分前から山側上がり、噴火開始後は山側下がりの傾斜変化が観測された（気象庁、2014）。その後、木村・中橋（2015）は、木村・他(2015)のタンクモデルを用いた手法により夏季（６月～10月）の田の原傾斜計東西成分データに降水補正を行った結果、御嶽山山頂直下で地震活動が活発化した2014年９月10日頃から始まる西側上がりの傾斜変化を検出した。同様な傾斜変化はこれまでに数回確認されているが、春季（３月～５月）における融雪の影響を除去できていないといった課題が残っていた。

宮村・他（2017）は、木村・他（2015）の手法でタンクモデルに積雪層を加える拡張を行い、降水量データに加えて融雪量データを入力値とする手法を開発して田の原傾斜計東西成分データに適用し、融雪の影響をある程度除去できることを確認した。なお、融雪量の推定には松元・他（2010）を参考に気温と日射量を指標とするTRモデルを用いた手法を用いたが、御嶽山アメダス（標高2195m）には融雪量推定に必要な気温及び日照時間の観測項目がないため、山麓で最も近い（約12km）開田高原アメダス（標高1130m）の気温及び日照時間データを用いることとし、２点の標高差（1065m）による影響を除去するため、河島・他（2016）が2015年及び2016年融雪期に田の原で観測した気象データと山麓の開田高原アメダスの気象データの比較により補正を行った。

本発表では、田の原傾斜計の南北成分データに宮村・他（2017）の手法を適用した結果を報告する。南北成分には毎年春から夏にかけて大きな季節変化が認められるが、同手法を適用したところある程度除去することができた。このことから、季節変化には降水の影響はほとんど含まれず、融雪の影響が大きいことが明らかとなった。南北成分を補正した結果、2014年８月半ば頃から始まる北側上がりの傾斜変化を検出した。すでに検出した東西成分の傾斜変化と併せて、降水及び融雪補正後の傾斜データを再検討すると、８月中旬に北側上がりの傾斜変化が始まり、９月10日頃からは北西上がりの傾斜変化へと徐々に変化していったことが明らかとなった。同様な傾斜変化は、調査期間中（2011年４月～2017年９月）の他の時期には確認できなかった。

今回、降水及び融雪補正後の傾斜計データで検知した傾斜変化について、２つの先行研究と関連させながら考察を行った。まず、Kato et al (2015)による噴火前後における山頂直下の震源分布を参考に、NNW-SSE走向を持つ開口クラックモデルを仮定してその上端を２kmから１kmまで浅部へ移動させた場合、傾斜変化が北側上がりから北西側上がりへ変化するパターンを確認することができた。次に、Miyaoka and Takagi (2016)によるスタッキング手法を用いたGNSS基線長解析により、長基線の変化が８月中旬から、短基線の変化が９月上旬から始まっていたことが確認され、変動源が深部から浅部へ移動した可能性を示唆する結果が得られている。これらの先行研究の結果が今回の降雨及び融雪補正後の傾斜計データから検出した傾斜変化と整合的であり、今回用いた降雨及び融雪補正の手法の有効性を示すものと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献
Kato A, Terakawa T, Yamanaka Y, Maeda Y, Horikawa S, Matsuhiro K, Okuda T (2015) Preparatory and precursory processes leading up to the 2014 phreatic eruption of Mount Ontake, Japan. Earth Planets Space 67:111. doi:10.1186/s40623?015?0288?x
Miyaoka K, Takagi A (2016) Detection of crustal deformation prior to the 2014 Mt. Ontake eruption by the stacking method, Japan. Earth Planets Space 68:60. doi:10.1186/s40623-016-0439-8
河島克久・伊豫部勉・松元高峰・佐々木明彦・鈴木啓助（2016）：冠雪活火山における積雪期火山防災情報プラットフォームの構築，寒地技術論文・報告集，32，80-84.
木村一洋・露木貴裕・菅沼一成・長谷川浩・見須裕美・藤田健一（2015）：タンクモデルによる体積ひずみ計データの降水補正について，験震時報，78，93-158.
木村一洋・中橋正樹（2015）：御嶽山田の原の傾斜計東西成分の降水補正(1)，日本地球惑星科学連合2015年大会予稿集，SVC45-P24.
木村一洋・河島克久・松元高峰・佐々木明彦・伊豫部勉・中橋正樹・小林昭夫（2016）：御嶽山田の原の傾斜計東西成分の降水補正(2)，日本地球惑星科学連合2016年大会予稿集，SVC47-P13.
松元高峰・河島克久・外狩麻子・島村誠 (2010): 気温・日射量を指標とする表面融雪量モデルと積雪層浸透モデルとを組 み合わせた積雪底面流出量の推定，雪氷，72, 255-270.
宮村淳一・木村一洋・中橋正樹・河島克久・松元高峰・伊豫部勉・佐々木明彦（2017）：火山監視用傾斜計に現れる融雪の影響，日本火山学会講演予稿集，P050.
気象庁（2014）：特集１．2014年９月の御嶽山の噴火，平成26年10月地震・火山月報（防災編），54-61.

キーワード：傾斜計、御嶽山、降雨、融雪
Keywords: Tiltmeter, Mt. Ontake, rainfall, snowmelt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年3月15日の静岡県東部地震による富士山周辺域のb値の空間分布への影響

Spatial Variation of b-value around Mt. Fuji influenced by the Eastern Shizuoka Earthquake of 15 March 2011

*村越 匠[1]、宮下 智成[2]
*Takumi Murakoshi[1], Tomonari Miyashita[2]

1. 防衛大学校、2. 航空自衛隊
1. National Defense Academy, 2. JASDF

2011年3月15日22時31分頃に富士山山頂から南西に約6kmの深さ15km付近においてMj6.4の2011年静岡県東部地震が発生した。富士山周辺におけるM6以上の地震は1931年9月16日のMj6.3の地震以降なかったため、2011年静岡県東部地震は富士山周辺における約80年ぶりのM6以上の地震であった。火山地域のマグマだまりなどの地下の不均質性やその時空間変化を調べる手法の一つに、G-R則のb値の空間分布を使った解析がある。富士山周辺域については、2001年から2009年までののb値の解析があるが（原田ほか、2010）、2011年静岡県東部地震の前後の影響については調べられていない。そのため、本研究では気象庁一元化震源データを用いたG-R則のb値の空間分布の解析により、2011年静岡県東部地震が発生したことによる富士山周辺域の地震活動への影響を調べた。その結果、2011年静岡県東部地震の直後でb値が大きく下がり、徐々に元のb値の値に戻ってきている傾向にあることがわかった。また、2011年静岡県東部地震の前後での特徴として、この領域内で南西から北東方向にb値が大きくなる空間パターンがあることがわかった。

キーワード：b値、富士山、2011年静岡県東部地震
Keywords: b-value, Mt. Fuji, 2011 Eastern Shizuoka Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆半島東部伊東沖の海底火山手石海丘の現状
Present condition of submarged volcano, Teishi Knoll, off Ito, Eastern Izu Peninsula

*山中 寿朗[1]、川田 佳史[2]、野口 拓郎[3]、八田 万有美[3]、岡村 慶[3]
*Toshiro Yamanaka[1], Yoshifumi Kawada[2], Takuro Noguchi[3], Mayumi Hatta[3], Kei Okamura[3]

1. 東京海洋大学、2. 東北大学、3. 高知大学
1. Tokyo Univ. Marine Science and Technology, 2. Tohoku University, 3. Kochi University

伊豆東部火山群に属する手石海丘は1989年7月に伊豆半島伊東市東方沖合約4kmで発生した海底噴火活動に伴い生じた、火口凹地を伴う海丘である。気象庁によると、伊豆半島東部の陸上域に分布する玄武岩～流紋岩質の多数のスコリア丘・タフリング・マール・溶岩ドームなどの小火山体と、これらの東方海域に密集する多数の海底火山の総称である。陸上部分について最大のものは大室山である。海底火山群については火山数、岩石の種類、活動年代等不明なことが多い。火山群は、この地域の広域応力場を反映して、北西～南東へ並ぶ配列がいくつも重なっている。大室山が約4000年前の噴火で形成され、その後約3200年前にはカワゴ平、約2700年前には岩ノ山ー伊雄山火山列で割れ目噴火が生じたが、この後手石海丘で海底噴火が起こるまでこの地域での噴火はなかったと考えられている。

ところで、日本には110の活火山があるが、そのうちの12火山は海底に位置する。海底火山は、その全体が海面下にあるため、十分に活動が監視されておらず、火山噴火予知連絡会により、2003年に活動度によるランク分けが行われた際にも対象外とされた。そこで、本海丘において、現在でも活動が継続しているのか、1989年の噴火の際に貫入したと考えられるマグマが単純に冷却の過程にあるだけなのかを明らかにする目的で、2017年12月より、年2回、東京海洋大学の練習船を用いて海水組成及び海底下温度構造の観測を開始した。

まだデータの収集を始めたばかりであるが、温度計測については地温勾配の計測は行っているが、水深が浅い（120m程度）ため、地殻熱流量を得るためには水温変動の補正が必要で、そのための長期水温変動計測を昨年１２月に始めた。一方、海水の化学分析では、火口凹地内の底層海水には周辺海水に比べやや全炭酸濃度が高く、また、顕著なマンガンの正の濃度異常が認められた。この全炭酸とマンガンの濃度異常から、まだなんだかの熱的活動が本火口内では続いていることが伺える。

キーワード：手石海丘、海底火山、活動度、化学フラックス、地殻熱流量
Keywords: Teishi Knoll, Submerged volcano, Activity, Chemical flux, Heat flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島最北部碁石浜におけるカルデラ形成以前の火山噴出物とその堆積年代

Descriptions and age of volcanic products before the caldera formation in the northern part of Izu-Oshima, off Tokyo, Pacific Ocean

*寺山 怜[1]、鈴木 毅彦[1]、小林　淳[2]
*Satoshi Terayama[1], Takehiko Suzuki[1], Makoto Kobayashi[2]

1. 首都大学東京都市環境科学研究科、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

はじめに

伊豆大島火山はここ最近では1986年に噴火しており，近い将来噴火が予想される活動的な活火山である．その火山に関する研究は古くから行われており，また多岐の分野にわたって多く研究が行われてきた（例えば中村，1964;小山・早川，1996;川辺，2012など）．しかしながら，カルデラ形成以降のカルデラ形成期・後カルデラ火山（川辺，1998）の火山体活動期に関する研究は数多く行われているものの，先カルデラ火山新期山体以前の火山体活動期，またそれに関する火山噴出物の記載の研究は少ない．本研究ではその記載に乏しい伊豆大島火山の先カルデラ火山新期山体以前の火山噴出物の調査を行い，過去の噴火活動を解明することを目的とする．過去の火山噴出物の記載およびそこから考えられる噴火のデータは，今後の噴火予測や火山防災を考える上で重要なデータとなるはずである．

今回の研究対象地は伊豆大島最北部に位置する乳ヶ崎および風早崎の二つの岬に挟まれた碁石浜と呼ばれる海岸で，横幅約1 km，高さ約30-40 mに及ぶ海食崖に沿って火山噴出物が露出している．碁石浜で観察できる火山噴出物の記載は一色（1984）によって行われており，旧火山体である岡田火山および先カルデラ火山古期山体の噴出物の報告が主である．しかしその記載報告は碁石浜内の一部にとどまり，またテフラ層序学的な記載と議論は行われていない．本研究では，碁石浜の海食崖に露出する火山噴出物の調査を改めて詳細に行った．そしてその記載の結果，観察できる層準について新たな見解がいくつか得られたので報告する．

結果

本研究では，31枚の噴火イベント噴出物から構成される降下テフラ群を碁石浜降下テフラ堆積物群と名付けた．同堆積物群内で見られる，黒色腐植土層3層準を試料採取し放射性炭素年代の測定を行ったところ，上位から11076-10713，12027-11747，18117-17803 cal BPという年代値が得られた．これによりこの碁石浜降下テフラ堆積物群が約2万年以降の先カルデラ火山新期山体の噴出物であることが判明した．一色（1984）を含め過去の報告でも，碁石浜で先カルデラ火山新期山体の噴出物記載の報告はない．今後の課題として，この層準と田沢（1980）によるO1~O95の95部層区分を対比する必要がある．

さらに本研究で，碁石浜降下テフラ堆積物群内に，白色を呈した粒径1mmほどの細粒軽石がわずかに散っているのを確認した．その層準を試料採取し，洗浄した後に鏡下観察を行ったところ，無色透明の軽石型火山ガラスが確認された．また，その火山ガラスの主成分化学組成を測定したところ，SiO_2=78.07 wt.%，CaO=0.61 wt.%，FeO=0.75 wt.%，Al_2O_3=12.74 wt.%，K_2O=3.29 wt.%という値を示し，流紋岩質テフラであることがわかった．これは玄武岩質マグマを噴出する大島火山起源のテフラではなく，神津島火山や新島火山などの島外の火山起源の流紋岩質テフラと考えられる．碁石浜降下テフラ堆積物群の層準は先カルデラ火山新期山体と考えられるため，この流紋岩質テフラはO55（新島宮塚山テフラ）（齋藤ほか，2007）と対比できる可能性がある．このように本研究では碁石浜の火山噴出物の記載から堆積年代について新たな見解が得られ，また流紋岩質テフラが新たに確認された．今後は今回の調査地と他の露頭との対比，そして流紋岩質テフラの確実な対比を課題とする．また本来の目的である先カルデラ火山新期山体以前の噴火の特徴について解明するというまでに至らなかったため，今後の課題として検討していく必要がある．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：伊豆大島火山、火山噴出物、新島宮塚山テフラ、C14年代測定
Keywords: Izu-Oshima Volcano, volcanic products, Niijima Miyatukayama tephra, radiocarbon dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島山頂付近の地震のSchusterの方法によるp値の時間変化について
Time change of p-value by Schuster method using earthquakes around Izu-Ohsima summit

*高山 博之[1]
*Hiroyuki Takayama[1]

1. 気象庁気象研究所火山研究部第１研究室
1. Volcanological Division 1st labolatory, Meteorological Research Institute

伊豆大島で起きる火山性地震と地球潮汐の関連については，森田他(2016)，森田他(2017)で検討されている．これらの研究では，伊豆大島の山頂カルデラ付近の地震と地球潮汐の関係について議論されている.また，高山他(2018)では，伊豆大島の山頂と山腹を５つの区域に分け，それぞれの地域の地震で主要４分潮に対するp値を計算し，地震と地球潮汐との関連を調べている．

地球潮汐と地震の発生が関連あるかどうかは，schusterの方法（Schuster(1897)）によった．この方法は，地球潮汐と地震発生が無相関であるという帰無仮説を棄却する危険率を調べる方法である．具体的には，地震発生時の潮位位相角をΘiとすると，

$$R=(\Sigma\cos\Theta i)^2+(\Sigma\sin\Theta i)^2$$

$$p=\exp(-R/N)$$

で計算されるｐを用いて検定する． ｐは，0～1までの値をとり，0に近いほど帰無仮説を棄却できる．潮位位相角は，それぞれの分潮に対して計算できる．本研究では，主太陰半日周潮（以下M2と略す）を用いた．

この方法は原理上，地震カタログに群発活動が含まれると，正確なｐ値が計算できない．そこで，地震カタログをデクラスタすることにより，この問題を避けた．

今回は，山頂付近の地震についてp値の時間変化を調べた．気象庁カタログの山頂付近の地震の検知力は，マグニチュード0.0以上であり，デクラスタしたあとの全ての地震を使ってｐ値を計算すると，0.011となった．そこで，山頂付近の地震を時間ごとに分割し，それぞれでM2に対するp値を計算した．

実際の解析には，気象庁のカタログの2002年4月から2017年1月までのものをもちいた．これから，伊豆大島山頂付近の地震を取り出した．そのうちマグニチュード0.0より大きいものは1084個あり，デクラスタしたあとは901個となった．この地震カタログから連続して地震を100個取り出し，それを1個ずつシフトさせてM2に対するp値を計算した．

結果は，周期的にp値が増減を繰り返すということになった．ちなみに，最大値は0.98，最小値は0.0030であった．地球潮汐と地震発生が無相関である仮説を棄却する基準を0.05とすると，それを下回るp値が得られ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

たのは2006年頃，2010年頃，2014年頃である．森田他(2017)によると，地球潮汐と地震発生の相関がみられる時期には，マグマからの揮発性成分の上昇が増えたことを示唆する可能性がある．上記の3期間は，マグマからの揮発性成分の上昇が増えた可能性がある．また，森田他(2017）では，その揮発性成分の上昇が2013年から増えたとあるが，それに対応するのが2014年頃のp値の減少ではないか．

キーワード：火山性地震、地球潮汐、p値
Keywords: volcanic earthquake, earth tide, p-value

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆諸島北部、新島に分布する第四紀後期テフラの標準層序と岩石学的・地化学的特性ー火山ガラスの主元素組成、斜方輝石、角閃石類の屈折率を中心にー

Standard stratigraphy and characteristic properties of late Quaternary tephras on the Niijima-island: Report of geochemistry and refractive indices of volcanic glass shards, orthopyroxene, hornblende, and cummingtonite

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、西澤 文勝[1,2]、村田 昌則[1]、石村 大輔[1]、鈴木 毅彦[1]
*Kaori Aoki[1], Makoto Kobayashi[1], Fumikatsu NISHIZAWA[1,2], Masanori Murata[1], Daisuke Ishimura[1], Takehiko Suzuki[1]

1. 首都大学東京火山災害研究センター、2. 山梨県富士山科学研究所
1. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University, 2. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government

東京都は東京都区部・多摩地域・島嶼部の三地域からなり、島嶼部には25,353人が住んでいる（平成31年1月1日現在）。島嶼部をつくる伊豆・小笠原諸島は伊豆半島南東沖の相模トラフから南につづく小笠原海溝を東にみて並走する小笠原海嶺から小笠原トラフを挟み、さらに西側に七島・硫黄島海嶺、西七島海嶺、四国海盆へとつづく、本州にも匹敵する長さ約1100km、幅300km～400kmにおよぶ島弧である。海底火山を含めて21の火山が確認されており、そのうち14が活火山として監視対象となっている。現在、我々は島嶼部のハザードマップ作成や防災計画の策定に必要な情報を集約するために、それぞれの火山についての活動史や、噴火の様式や規模、噴出物の分布範囲の解明と、島嶼部の高精度なテフラ編年の確立をめざして研究に取り組んでいる（青木ほか、2019；小林ほか、2019a,b）。

島嶼部でのテフラ研究は、陸上のように各テフラ層の分布範囲や層厚を丹念な踏査で追跡することは困難であることから、基本的に発見した地点ごとに各テフラの岩石学的特性と化学的特性の情報を集積して、その理化学的なデータに基づいて対比することになる。本研究では、伊豆諸島の島間のテフラ編年をさらに発展させるために、各島での調査結果から得られたテフラに関する岩石学的特性と化学的特性のデータベース化を進めつつある。また、島嶼部火山起源のテフラは周辺の深海底にも堆積していると考えられ、これらの陸上での踏査で得られた情報と各テフラの特徴を分析したデータをもとに、房総半島沖の深海で掘削されたコアCK09-03,C9010E中に介在するテフラ層序の解明に取り組んでいる（青木ほか、2019）。本発表では、2017年末から始まった新島における第四紀後期テフラの層序研究で分析されたテフラの岩石学的特徴および化学的特性について報告する。

西七島海嶺の北部、銭洲海嶺上に位置する新島島内の大三山、富士見峠、宮塚山、および新島西岸1.6km沖にある地内島を踏査した結果、新島火山起源テフラ、神津島火山起源テフラのほか、外来の玄武岩質テフラ等の薄層を含め、少なくとも第四紀後期（およそ過去5万年間程度）の間に21回の噴火イベントを確認することができた（小林ほか、本大会）。これらの地点で採取された試料について、水洗、風乾後に250㎛、125㎛、63㎛サイズで篩い、実体顕微鏡による観察を行い、63-125㎛サイズの試料については火山ガラスの屈折率の測定、およびEDS（エネルギー分散型エックス線分析）で火山ガラスの主元素組成分析を行った。重鉱物は125-250㎛サイズ（一部は63-125㎛サイズの試料）の試料を対象に顕微鏡下にて手選で拾い出し、屈折率の測定を行った。

新島火山では珪長質な組成を持つ軽石層、火砕サージなどのほかに、スコリアからなる玄武岩質テフラも確認される（小林ほか、2019a）。珪長質な火山ガラスを主体とするテフラにもスコリアが混ざることが多い。ほとんどの珪長質テフラ層は斜方輝石、角閃石類（普通角閃石およびカミングトン閃石）を含み、一部で

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

少量の黒雲母が確認される。また、長石と石英も多く含まれ、特に高温石英が特徴的である。新島起源テフラの特徴として、重鉱物の屈折率がばらつく傾向がある。特に赤崎峰テフラ、宮塚山テフラ、宮塚山南部テフラに含まれる斜方輝石の屈折率で顕著で、ヒストグラムで見ると1.700-1.730の間でバイモードないしはトライモードを示し、検出頻度は少ないものの化学組成的にフェロシライトに近いと予想される1.730前後の高屈折率の斜方輝石も含まれる。また、赤崎峰テフラ、宮塚山テフラに含まれる普通角閃石でも同様に、1.663-1.688の間でバイモードないしは屈折率の範囲が大きくなる傾向がある。一方で、カミングトン閃石の屈折率については、後期更新世から完新世のテフラまで、ヒストグラムはそれぞれ単一にまとまることが多く、1.658-1.669の範囲に収まり、斜方輝石や普通角閃石のように屈折率の範囲がばらつく傾向はみられない。

火山ガラスの屈折率はおおむね1.492-1.501の範囲であり、日本の第四紀テフラの火山ガラスの屈折率は1.501-1.505が最もありふれている点と比べると（町田・新井、1992）、かなり低い部類といえる。火山ガラスの主元素組成はおおむねSiO_2が77.7-78.2 wt%、Na_2O+K_2Oは7.0-8.3 wt%の範囲に収まり、大半は7.2-7.7 wt%となる。また、FeO*の含有量が0.7-1.0 wt%と少なく、SiO_2の含有量が多いことも併せて、上述した火山ガラスの屈折率が低いことと調和的である（Furuta *et al.*, 1986; 吉川, 1990）。

キーワード：伊豆、新島、テフラ編年、岩石学的特性、主元素組成
Keywords: Izu, Niijima, tephrochronology, petrographic characters, major-element composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆諸島神津島火山の最新期活動におけるテフラ層序とその噴火史
Tephrostratigraphy and its eruption history of the Latest Activity in the Kozushima Volcano, the Izu Islands

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、西澤 文勝[2]、鈴木 毅彦[1,3]
*Makoto Kobayashi[1], Masanori Murata[1], Fumikatsu NISHIZAWA[2], Takehiko Suzuki[1,3]

1. 首都大学東京 火山災害研究センター、2. 山梨県富士山科学研究所、3. 首都大学東京 都市環境学部
1. Research Center for Volcanic Hazards and their mitigations, Tokyo Metropolitan Univ., 2. Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 3. Department of Geography, Tokyo Metropolitan Univ.

伊豆諸島神津島火山は，流紋岩の溶岩ドーム及び同質の火砕丘群で構成されており，その形成史は地質層序及び岩石鉱物学的特徴，ESR法等の各種年代値によって構築されている（谷口，1977；一色，1982；菅ほか，1992，2003；横山ほか，2004等）。これらの知見を基づくと，神津島火山は，現在の陸上火山体の土台をなす基底溶岩（砂糠山，観音浦等；約70～ 64 ka，長浜，面房等；約52～35 ka）の噴出後，それに載る溶岩ドーム群及び火砕丘群（那智山，じょうご山，高処山ー松山鼻・長っ崎火山列等；約32～23 ka，神戸山ー花立山火山列，天上山等；約3.4 ka以降）が形成され，全体として，数万年間隔で活動活発期と休止期を繰り返してきたようにみえる。また，現在の活発期の前に約2万年以上の休止期の存在が推定されるが，比較的新しい火山地形が複数確認できるにも関わらず，この時期における噴火堆積物の有無等に関する知見はなく，噴火活動の実態は不明である。

本研究では，神津島南部から噴出し島全体を覆う火砕堆積物である秩父山Aテフラ（約22～26 ka：菅ほか，1992，2003）より新しい活動を「最新期活動」と定義し，この間のテフラ層序を構築するとともに，神津島火山のより詳細な噴火履歴の構築を目指して調査を進めている。

DEMデータを利用した地形判読の結果，最新期活動に関連する新しい火山地形として，神津島中央部を構成する天上山火山体（火砕丘，溶岩ドーム群），島北部に神戸山ー花立山火山列（溶岩ドーム群），櫛ヶ峯（火砕丘）を抽出した。

地質調査の結果，最新期活動期において，少なくとも8の噴火イベントに関連する堆積物を確認した。神津島北部の那智山北部（Loc. 16）では，上位より，軽石・火山礫及び粗粒火山灰等の互層からなる火砕サージ堆積物（no. 16-1：天上山テフラ（AD 838）），変質した火山礫・火山岩塊を含む降下火砕物（no. 16-2），層厚10 cmの軽石混じりの中粒～細粒火山灰からなる降下火砕物（no. 16-3），径数mmのスコリアの密集層準（no. 16-4），粗粒火山灰の密集層準（no. 16-5）を確認した。一方，神津島南部のあかばね洞門（Loc. 4）では，天上山テフラ（no. 4-1），粗粒火山灰の密集層準（no. 4-2），層厚約3 cmの軽石混じり中粒～細粒火山灰（no. 4-3），径数mmのスコリアの密集層準（no. 4-4），層厚9 cmの細粒火山灰（no. 4-5），層理構造が発達する火山礫・粗粒火山灰の互層からなる火砕サージ堆積物（no. 4-6）を確認した。また，K-Ah起源の火山ガラスをno.4-2とno. 4-3の間の層準から多く検出した。これらの噴火堆積物のうち，no. 16-2は神津島中央～北部にしか分布しないことから，これらの地域を給源とする噴火活動の存在が示唆される。また，軽石混じり中粒～細粒火山灰（no. 16-3 とno. 4-3を対比），細粒火山灰（no. 4-5）は，非常に明瞭な地層を形成することから，比較的規模の大きな噴火による噴出物で広域性を有するテフラとして着目できる。

テフラ層直下の腐植土もしくはローム層中に散在する炭化木片を対象に^{14}C年代測定を行った。no. 16-2に対比される降下火砕物の下位より1300±20 yr BPの年代値を得た（Loc. 15：262m山北西）。また，Loc. 4では，no. 4-2上部で5790±30 yr BP，no. 4-3の上位及び下位で8850±30 yr BP及び9390±30 yr BP，no.4-6直下で12030±30 yr BPの年代値を得た。暦年較正及び他テフラとの層序関係を考慮すると，最新期活動期におけるテフラの年代は，約1.1～1.2 ka（no. 16-2），約7.5 ka（no.16-3 / no. 4-3），約10 ka（no. 4-4），約13.5 ka（no. 4-6）と解釈できる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現在，各テフラについて，鉱物組成，火山ガラスの屈折率及び主成分化学組成の分析を進めており，神戸山ー花立山火山列及び櫛ヶ峯起源の火砕物，並びに新島火山起源テフラ（宮塚山，式根島，新島山南部：小林ほか，2018）との対比の観点から検討を進めている。発表では，これらの検討結果を踏まえた，神津島火山の最新期活動における噴火史を報告する。

キーワード：テフラ層序、14C年代、噴火史、神津島火山
Keywords: tephrostratigraphy, 14C age, eruption history, Kozushima Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三宅島・神津島・八丈島周辺の震源分布の特徴：速度構造との関連性
Characteristics of hypocenter distribution connected with velocity structures in and around Miyakejima, Kozushima and Hachijojima volcanoes

*萩原 弘子[1]、渡辺 秀文[1]
*Hiroko Hagiwara[1], Hidefumi Watanabe[1]

1. 東京都庁
1. Tokyo Metroplitan Government

The aim of this study was to examine the characteristics of seismic activities in association with the seismic velocity structures in and around the Izu islands. We focused on three seismic activities, the swarm off the west coast of Miyakejima on April 2013, the swarm off the northeast coast of Kozushima on April 2018 and the low frequency earthquakes beneath Hachijojima from 2003 to 2018. To construct the 3-D velocity structure models for Miyakejima and Kozushima we used the data of the swarm accompanied with the 2000 Miyakejima eruption, while for Hachijojima we used the data from 2003 to 2018 based on the Izu islands volcanic observation system. These travel times were adopted to the tomographic inversion method (Zhang and Thurber, 2003). The relocated precise hypocenters on the velocity imaging maps revealed an interesting relationship between seismicity and structure. In the target region, both Miyakejima and Kozushima swarms occur at 5-10 km and 2-6 km depth, in the border of high-velocity zones adjacent to or underlain by the low-velocity zones in figure 1 and figure 2. Their swarm regions were located nearby the two end sides of the 2000 swarm, where the huge seismic activity occurred repeatedly. That suggests the upward moving of magmatic fluids. In contrast, the Hachijojima earthquakes occur at 10-14 km depth in the middle-velocity area around a high-velocity zone in figure 3. This high-velocity zone is supposed to be somewhat cold body beneath Nishiyama volcano in Hachijojima. We interpret that the former low-velocity zones consist of hot magmatic materials and the latter high-velocity zone consists of the solidified volcanic body. On the basis of three case studies, it is suggested that volcanic fluids derived from hot magma or solidified magma caused the upper or surrounding seismic activities through complex crack systems.

キーワード：地震活動、速度構造、火山性流体、三宅島、神津島、八丈島
Keywords: seismic activity, velocity structure, volcanic fluid, Miyakejima, Kozushima, Hachijojima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

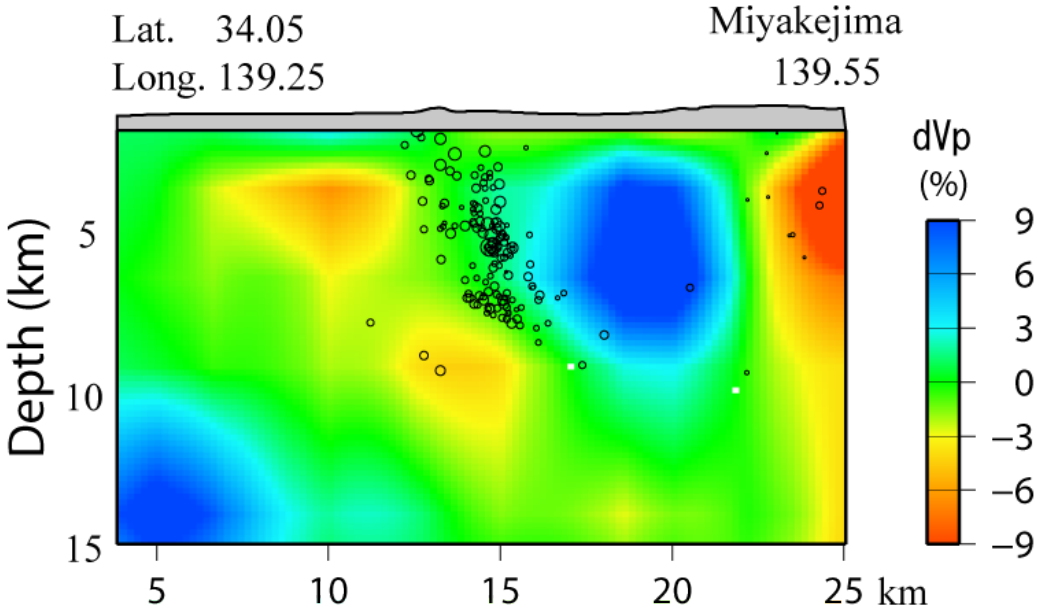


Fig. 1. E-W cross section of the dVp and relocated seismicity near Miyakejima.

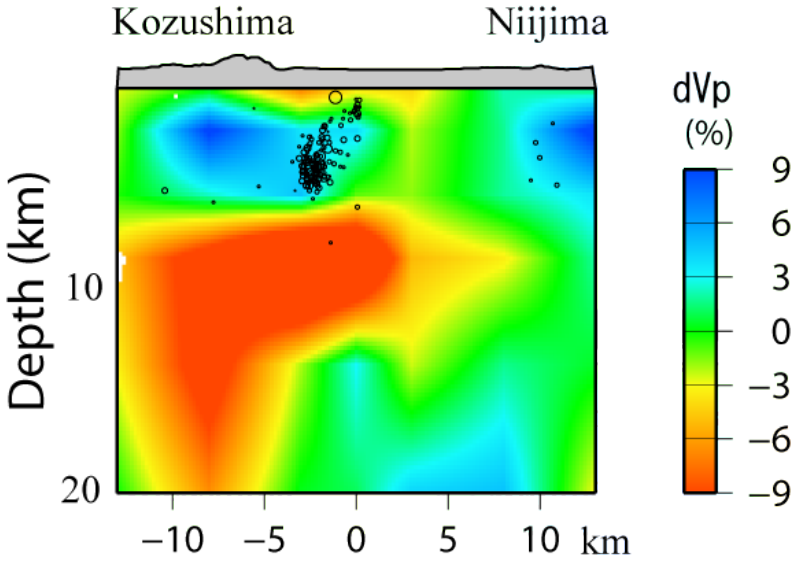


Fig. 2. Cross section of the dVp and relocated seismicity near Kozusima along the axis passing through Kozushima and Niijima.

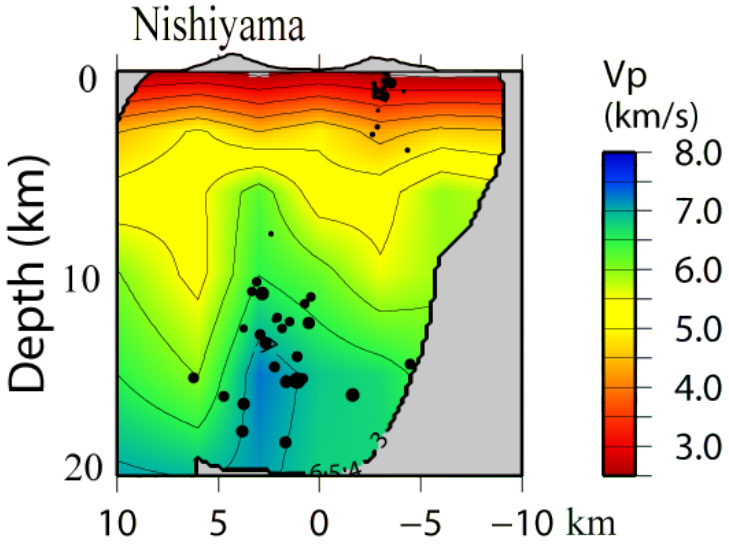


Fig. 3. Cross section of the Vp and relocated seismicity along the long axis of Hachijojima.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSキャンペーン観測による三宅島の地殻変動（2013年～2015年）
Deformation of Miyakejima volcano measured by GNSS campaign observation (2013-2015)

*渡部 陽奈[1]、松島 健[2]、福井 海世、渡邉 篤志[3]、及川 純[3]、奥田 隆[4]、小澤 拓[5]、宮城 洋介[5]
*Haruna Watanabe[1], Takeshi Matsushima[2], Miyo Fukui, Atsushi Watanabe[3], Jun Oikawa[3], Takashi OKUDA[4], Taku Ozawa[5], Yosuke Miyagi[5]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3. 東京大学地震研究所、4. 名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター 、5. 防災科学技術研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Earthquake and Volcanology Research Center, 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

三宅島は東京の約180 km南に位置する活火山で，20世紀以降では1940，1962，1983，2000年と約20年の間隔で噴火を繰り返している．Fukui et al. (2015) では，GNSSキャンペーン観測を行い2011から2013年における三宅島の圧力源の推定を行っている．そこで本研究ではさらに新しい期間である2013から2015年における三宅島の地殻変動と圧力源の位置，体積変化量を推定し，三宅島の圧力源の時間的変化を見積もった．

2013年9月2～6日，2015年8月31日～9月4日に，三宅島全体にほぼ均等に分布するように配置した15点の基準点においてGNSSキャンペーン観測を行った．このGNSSキャンペーン観測で得られたデータと国土地理院等が設置している連続観測点の同期間のデータを使用した．得られたデータを解析するためにGNSSリアルタイム・後処理基線解析ソフトウェアRTKLIBver.2.4.2（高須・他, 2007）を使用し，年ごとの観測点の座標値を求めた．

2013年から2015年における水平変位に基づいて圧力源を推定した．圧力源の推定変動の最適値は，火山の地殻活動を分析するために火山用地殻変動解析支援ソフトウェアMaGCAP-V（気象研究所地震火山部，2008）を使用することによって得られた．圧力源の位置は2011～2013年とは大きく変化していないが，深さ0.3～8 km程度の浅部では圧力源の収縮傾向が継続し，深さ13 km程度にあると推定される圧力源が膨張を続けていることがわかった．

本研究は，文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」および東京大学地震研究所共同研究プログラムの助成を受けて実施された．

キーワード：三宅島、GNSS観測
Keywords: Miyakejima, GNSS observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆諸島御蔵島で確認されたテフラの記載岩石学的特徴
Characteristic properties of distal and proximal tephras in the Mikurajima Island, Izu Islands.

*田野 智大[1]、鈴木 毅彦[1,2]、小林 淳[2]、村田 昌則[2]
*Tomohiro Tano[1], Takehiko Suzuki[1,2], Makoto Kobayashi[2], Masanori Murata[2]

1. 首都大学東京都市環境科学部、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

伊豆諸島の御蔵島火山は東京都心部の南200㎞に位置する成層火山の島である．最新の活動時期は約6300年前（杉原・嶋田，1999）であり，有史以降の火山活動の記録はない．伊豆島弧の火山フロント上に位置する火山島の中では安山岩の産出頻度が高いという特徴を持つ（一色，1980）．

御蔵島火山に分布するテフラの研究は杉原・嶋田（1999），関口ほか（2001）があり，島内で計6枚のテフラ（上位より，神津島天上山テフラ：西暦838年，以下Iz-Kt，御蔵島火山の最新のテフラであるMk-3，鬼界アカホヤテフラ：7.3ka（町田・新井，2003），以下K-Ah，御蔵島火山起源の赤色スコリアであるMk-2，給源不明の流紋岩質テフラ：Mk-G，御蔵島火山起源の降下軽石であるMk-1）が記載・報告されている．このうちMk-3は地形的な特徴や等層厚線図から，島南東部の溶岩ドームから噴出したとされている（杉原・嶋田，1999）．しかしIz-Ktに対比されたテフラはその対比・同定の根拠が不十分であり，Iz-Ktと同年代に噴出した新島向山テフラ（西暦886年，以下Iz-Mk）との比較・検討が必要である．

両テフラは共に流紋岩質でSiO2=77-79%を示す．噴出年代が近く主要鉱物（bi,qt,ob：町田・新井，2003）や火山ガラスの屈折率（n=1.496 -1.497：町田・新井2003）も類似しており，遠隔地での識別が難しいとされてきた．最近杉内（2005）の報告などから，Iz-KtはIz-Mkと比較して火山ガラス中のK2Oの含有量がわずかに多いという特徴から識別が可能であることが明らかになってきた．両テフラは伊豆諸島の広範に分布する重要な指標テフラであり，御蔵島での分布を明らかにすることは正確な分布域や年代軸の提供につながると考えられる．

本研究では御蔵島で確認されたテフラについて報告する．現時点で確認されたテフラは18枚であり，うち4枚が先行研究で報告されたIz-Kt，Mk-1，2，3にそれぞれ対応する．現在までに得られた知見を以下に示す．

１）先行研究においてIz-Ktとされたテフラについて RIMS2000による火山ガラスの屈折率測定，SEM-EDSによる火山ガラスの主成分分析を行った．このテフラは地表直下の土壌中にクリプトテフラとして存在する火山ガラスである．火山ガラスの形態は軽石型（以下pm型）で，屈折率は1.496-1.497を示す．SEM-EDSによる主成分分析の結果はSiO2=77.0-78.5 wt.%，Al2O3=12.5-13.0 wt.%，FeO=0.5-1.3 wt.%，CaO=0.2-1.7 wt.%，K2O=2.7-3.9 wt.%，Na2O=3.6-4.6 wt.%であった．伊豆諸島の他島で確認されたIz-Kt，Iz-MkのK2Oの含有量はそれぞれ3.8 wt.%，3.5 wt.%を示すことから，このテフラはIz-Ktに対比され，御蔵島にIz-Ktが分布することが明らかになった．

２）御蔵島火山の最新噴火のテフラであるMk-3は礫交じりの黒色火山砂に挟まれた発泡の悪い黄色の降下軽石を主体とするテフラである．軽石の最大粒形は10㎝，最大層厚は>200㎝である．Mk-3テフラはその層相よりプリニアン式噴火によるテフラと考えられるが，Mk-3噴火の詳細は不明であり今後の検討課題である．Mk-3テフラ中の火山ガラスについてSEM-EDSによる主成分分析を行った．その結果 SiO2=62.3-70.7 wt.%，Al2O3=14.8-21.0 wt.%，FeO=2.2-3.8 wt.%，CaO=4.1-7.5 wt.%，K2O=0.3-0.9 wt.%，Na2O=3.8-4.4 wt.%を示した．SiO2の含有量からMk-3テフラは安山岩～デイサイト質であることが明らかとなった．

今後の課題として先行研究で記載・報告されたIz-KtやMk-Gのような指標となりうる島外起源テフラの対比・同定が挙げられる．指標テフラを用いることで御蔵島の噴火史の解明や伊豆諸島におけるテフラの正確な分布域や年代軸の提供につながると考えられる．また御蔵島火山の最新噴火であるMk-3噴火の詳細について把

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

握することは御蔵島の火山活動を把握するうえで重要である.

キーワード：伊豆諸島、御蔵島火山、火山活動史、神津島天上山テフラ
Keywords: Izu Islands, Mikurajima volcano, volcanin activity history, Kozushima Tenzyosan Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pseudo thermal anomalies in the shortwave infrared bands of the Himawari-8 AHI and their correction for volcano thermal observation

*金子 隆之[1]、安田 敦[1]、吉崎 徳人[2]、高崎 健二[3]、本多 嘉明[4]
*Takayuki Kaneko[1], ATSUSHI YASUDA[1], Yoshizaki Yoshito[2], Takasaki Kenji[3], Yoshiaki HONDA[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 気象庁気象衛星センター、3. 水産研究・教育機構、4. 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Meteorological Satellite Center, Japan Meteorological Agency, 3. Japan Fisheries Research and Education Agency, 4. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Volcanic eruptions bring high-temperature gas or magma to the surface. Therefore, thermal observations of volcanic eruptions can be used to investigate the timeline of eruptive sequences. Eruptive activity includes processes that can change over short periods of time, which is sometimes related to the eruptive mode or the timing of its transitions. If we could observe short-term eruptive processes by detecting thermal changes, this would be beneficial for analyzing the eruptive sequence of volcanoes. Himawari-8 is a meteorological geostationary satellite operating above the equator at a longitude of 140.7 deg E and carrying a newly developed sensor, the Advanced Himawari Imager (AHI). With its improved performance, the Himawari-8 AHI enables the collection of high-frequency thermal observations that had never been obtained before. However, while observing volcanoes with the AHI, we noticed a frequent thermal anomaly in the nighttime 1.6-um and 2.3-um images. Because this anomaly occurred regardless of volcanic activity, it was considered to be a pseudo thermal anomaly. In-depth examination of the AHI observation data for several inactive volcanoes showed that the pseudo thermal anomaly was often seen around the vernal and autumn eclipse periods, and its in?uence persisted for about 6 months of each year. Further, daily variation of the anomaly peaked when it was midnight in the areas around 140 deg E. At this time and position, the AHI was facing the sun, suggesting that the anomaly was caused by stray light. We devised a correction method by assuming that the observed thermal radiance in a pixel consists of components from the radiating volcanic ground surface and stray light contamination. The latter can be estimated using values from nearby inactive pixels. Thus, the component from the radiating volcanic ground surface can be obtained by subtracting the estimated stray light from the observed thermal radiance. We evaluated the validity of this method using data from the 2017 Nishinoshima eruption and found that it satisfactorily removed the stray light component. An adoption of this correction allowed us to use all nighttime 1.6-um and 2.3-um images obtained by the AHI, half of which were formerly unusable due to the degradation caused by stray light.

キーワード：Remote　Sensing、 Himawari-8、stray light
Keywords: observation data correction, thermal anomaly, volcanoes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

臨時地震観測と広帯域MT観測による雲仙火山浅部で発生する火山性地震の研究

Shallow earthquakes in Unzen Volcano inferred from dense seismic observation and resistivity structure

*橋本 匡[1]、相澤 広記[2]、松島 健[2]、清水 洋[2]、林田 祐人[1]、湯浅 雄平[1]、塚本 果織[1]、山本 有人[3]、宮野 幹大[3]、神薗 めぐみ[1]、松本 聡[2]
*Hashimoto Tasuku[1], Koki Aizawa[2], Takeshi Matsushima[2], Hiroshi Shimizu[2], Yuto Hayashida[1], Yuhei Yuasa[1], Kaori Tsukamoto[1], Yuto Yamamoto[3], Kanta Miyano[3], Megumi Kamizono[1], Satoshi Matsumoto[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3. 九州大学理学部地球惑星科学科
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University

雲仙火山は長崎県の島原半島中央部に位置する成層火山である．1991年から1995年の一連の噴火では，溶岩ドーム直下で頻繁に地震が発生した(Umakoshi et al., 2001)．噴火停止以来，火山性地震は比較的少ない傾向を示していたが，2010年頃から徐々に普賢岳～平成新山直下の浅部において発生回数が増加するようになった(気象庁火山活動解説資料)．九州大学地震火山観測研究センターのルーチン構造を用いた震源決定や，気象庁火山活動解説資料によると，震源は普賢岳の近傍, 海抜下1～2ｋｍ付近に決定されている. また，気象庁火山活動解説資料によると2017年2月より, 普賢岳周辺において海水準より高い位置で発生する地震が報告されるようになった．気象庁によると2018年度は海水準より浅い地震が5個報告されている. この浅い地震の初動極性は, 気象庁や九州大学の定常観測点のデータを見ると引きが卓越しており, p波初動から数秒は比較的短周期であるが，コーダ波に長周期な振動が見られ，地震の継続時間は約20～30秒間続くという特徴がある．また，引きの初動極性が卓越した火山性地震がアイスランドのクラプラ火山で報告されている(Mildon et al., 2016).

本研究では，雲仙浅部で発生する地震をより詳細に解明することを目的とし，2018年8月より, オフライン臨時地震観測点12点を雲仙普賢岳周辺の2ｋｍｘ2ｋｍの範囲に設置し観測を継続している．また，同範囲内で地下の電気比抵抗構造を推定するため2018年10月～11月に広帯域MT観測を実施した．普賢岳周辺に地電位差2成分を12観測点で測定し，雲仙火山周辺に地磁気3成分-地電位差2成分を2地点で観測した．広帯域MT観測により，雲仙火山浅部の比抵抗構造を明らかにすることができ，熱水系と浅部で発生する火山性地震との関係解明が期待できる．

発表では2018年8月17日から11月14日の期間中に発生した火山性地震についての解析結果と, 解析が間に合えば比抵抗構造の初期解析結果を示し, 雲仙火山の浅部火山活動について議論する.

キーワード：火山性地震、雲仙火山
Keywords: volcanic tectonic earthquake, Unzen Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雲仙火山浅部で発生する火山性地震の波形の特徴
Characteristics of shallow volcanic earthquakes beneath the summit of Unzen Volcano

*宮野 幹大[1]、清水 洋[2]、松島 健[2]、松本 聡[2]、相澤 広記[2]、橋本 匡[3]、林田 祐人[3]、湯浅 雄平[3]
*Kanta Miyano[1], Hiroshi Shimizu[2], Takeshi Matsushima[2], Satoshi Matsumoto[2], Koki Aizawa[2], Hashimoto Tasuku[3], Yuto Hayashida[3], Yuhei Yuasa[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

雲仙岳は長崎県島原半島の中央部に位置する火山であり、多くの溶岩ドームから構成されている。1991年から1995年の噴火では溶岩ドーム直下で地震が頻発した。特に、1991年の溶岩ドームの出現直前には、山頂直下の海水準よりも浅い山体内で、孤立型微動が発生した（清水・他, 1992）。観測された孤立型微動はいずれも卓越周波数が2-4Hzと低周波であり、振動継続時間も30-180秒と長かった。1991-95年の噴火以降、噴火活動は停止しているが、2010年以降、山頂直下の浅部において火山性地震の発生が気象庁や九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センターにより観測されている。この地震の発生メカニズムを解明するため、震源再決定と波形の解析に取り組んだ。

はじめに、2018年1月1日から2018年9月7日までの震源再決定を行った。再決定された震源は溶岩ドームや普賢岳の直下に分布し、震源の塊によって３つのグループに分かれた。グループ②、とグループ③の震源はそれぞれ深さ1km, 2kmに決まった。一方で、グループ①（この期間中には3イベント）は海水準より浅い溶岩ドーム直下に決定された。グループ①のP波初動極性は本研究で用いた観測データでは全て引きで、振動継続時間は他の２つのグループより明らかに長かった。次に、再決定された震源を用いてこれらの地震の震動軌跡を計算した。結果は、グループ②とグループ③は明瞭なP波とS波が認められ、構造地震に近いことを示した。一方で、グループ①のS波は不明瞭であった。また、卓越周期を調べるため、スペクトル解析を行った。グループ①の波形スペクトルは、グループ②やグループ③と比べると、高周波成分が小さく、低周波(2 –5 Hz)が卓越した。これらの結果を踏まえ、今後さらに詳細な波形解析を行い、これらの地震の発震機構について考察したい。

キーワード：雲仙、火山性地震、震動軌跡、スペクトル解析
Keywords: Unzen, volcanic earthquake, particle motion, spectral analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雲仙普賢岳北東麓立野地区で見られる火砕物露頭と層序
Pyroclastic deposits and the stratigraphy on the outcrop to north east from Mt.Unzen

*長井 大輔[1]
*Daisuke Nagai[1]

1. 雲仙岳災害記念館
1. Mt.Unzen disaster memorial hall

雲仙普賢岳の平成噴火では、溶岩ドームの形成の過程で火砕流が発生し、周辺山麓に火砕流堆積物を残した。平成噴火以前から、普賢岳起源の火砕流堆積物の存在が指摘されており（小林・加藤,1985）、噴火後も雲仙火山の活動の中で多くの火砕流が発生してきたことが報告されてきた（小林・中田,1991、渡辺・星住,1995）。活火山である雲仙火山が今後どのような活動を行うか、過去の噴出物の層序と共に整理しその特徴を把握しておくことが今後の防災対策にも活かされる事項である。今回は普賢岳の北東山麓で数年にかけて新しい露頭が出現したので、その噴出物の記載と層序関係を報告する。

立野地区は島原市にあり、普賢岳の北東山麓、平成新山から約５ｋｍほどの位置にある。島原半島を横断する雲仙地溝の北縁にあたる千々石断層の延長にあたり、高さ約２０ｍ程度の断層崖の上にあたる場所にある。断層崖の南側は断層によって落ちた形になっており低く、眉山や普賢岳などの雲仙火山でも最新の堆積物で埋まっている。一方、立野は断層崖の上にあるため、最新の噴出物からの埋積から免れており、露頭として新規雲仙火山（約15万年より新しい）の一連の噴出物が観察できる場所である。過去に星住（1999）で模式露頭として報告もある（地点A）。今回、この場所に加え、立野地区で3か所の露頭（地点B,C,D）とより下流にある有明地区での露頭１か所（地点E）を加え、それらの火砕物の記載と層序関係の報告を行う。

新規雲仙火山の活動では、古いものから野岳、妙見岳、普賢岳、眉山などの形成があり、それぞれの活動時期に対応した火砕流堆積物や岩屑なだれ堆積物などが報告されている。野岳は、約７万年前、妙見岳は約３万年前（Hoshizumi et.al,1999）、普賢岳は約２万年前以降の活動で、普賢岳山頂や眉山の形成が約４千年前（小林・中田,1991、渡辺・星住,1995）である。立野の露頭では、下位に約9万年前の阿蘇４火砕流堆積物が見られ、それより上位の地層が見られる。つまり、野岳の時期から最近までの新規雲仙火山の露頭を見られることとなる、それぞれの特徴について整理する。立野の露頭約１０ｍの位置には、ブロック構造が特徴の岩屑なだれ堆積物が認められる。この上位に阿蘇４火砕流堆積物があり、少なくとも約9万年より古いことは分かる。立野南側には眉山周辺にある島原岩屑なだれ堆積物が知られているが、それとは層位が古くが起源は不明である。阿蘇４火砕流堆積物の上位には、青灰色の岩塊と同質の火山灰が特徴の一本松火砕流堆積物が見られる。立野地区は場所によって火砕サージ堆積物や二次的に動いた土石流堆積物として見られる。その上位には、約３ｍの厚さで黒色土壌が見られる。この土壌層の中には、デイサイト質岩片が点在するローム層が複数枚はさまり、黒色土壌中に洗浄して分かる形でAT火山灰起源（約2万９千年前）の火山ガラスが認められる。この土壌層内にある岩片や火山灰質ローム層は、妙見岳の活動期の噴出物と考えられる。その上位には、約２～３ｍの厚さでやや黄色みがあった岩塊と同質の火山灰が特徴の礫石原火砕流堆積物が見られる。礫石原火砕流堆積物は、再下位に火山灰層が見られ、途中火砕サージ堆積物など複数のユニットが確認できる。その上位には約３０ｃｍの火山灰層が見られる。同層は灰白色の礫が特徴で眉山形成期の六ツ木火砕流に伴う火山灰と考えられる。露頭の最上には保存が悪いが数ｃｍの平成噴火火山灰も見られる。

雲仙普賢岳北東山麓で新しい露頭を含め、雲仙火山の新規（約１５万年以降）の活動を記録する露頭の層序を記載し整理した。新しくこれまで見られていなかった岩屑なだれ堆積物もあり、今後起源の特定など研究の課題となった。活火山である雲仙火山の活動史を把握し、今後の防災対策にも活かされる成果としたい。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：活火山、火砕流、層序
Keywords: active volcano, pyroclastic flow, stratigrahy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相対重力計で観測された熊本県阿蘇地域における重力変化（2015-2018）
Relative gravity changes in Aso Volcano (Kumamoto Prefecture) observed from 2015 to 2018

*宮内 佑典[1]、風間 卓仁[1]、福田 洋一[1]、吉川 慎[2]、大倉 敬宏[2]、西島 潤[3]、藤光 康宏[3]
*Yusuke Miyauchi[1], Takahito Kazama[1], Yoichi Fukuda[1], Shin Yoshikawa[2], Takahiro Ohkura[2], Jun Nishijima[3], Yasuhiro Fujimitsu[3]

1. 京都大学理学研究科、2. 京都大学火山研究センター、3. 九州大学大学院工学研究院
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, 3. Graduate School of Engineering, Kyushu University

重力観測は火山活動に伴う質量分布変化を把握するのに有効な手法の1つである。熊本県の阿蘇火山では1964年から数年ごとに繰り返し相対重力測定が実施され、広域の重力時空間分布が観測されてきた(吉川ほか, 2009)。近年では2011年以降に火山活動の活発化が見られ、2016年3月に至るまでの年3～4回の高頻度な相対重力観測によって阿蘇火山内部における熱水質量の時空間変動が明らかになった(Sofyan et al., 2016)。しかしながら、2016年4月の熊本地震では阿蘇地域でも甚大な被害が発生し、高頻度の重力測定が困難となった。阿蘇火山の活動は2016年10月に水蒸気爆発が観測されてから静穏化の傾向を示したが、このような一連の火山活動サイクルを地下の質量移動の観点から理解することは将来の火山活動を予測する上でも非常に重要である。

そこで我々は、阿蘇火山周辺における火山活動活発期から静穏期にかけての重力変化を監視するために、熊本地震発生後に2017年5・8・11月および2018年3・5・8・11月に繰り返し相対重力測定を実施した。重力測定に用いたのは九州大学所有のCG5相対重力計（CG5-KYU; 2018年3月のみ）、京都大学火山研究センター所有のCG5相対重力計（CG5-AVL）、および京都大学理学部所有のLaCoste相対重力計G680（LC-G680）である。CG5-AVLは繰り返し測定をしていない期間に火山研で連続観測を実施していたので、この重力連続データを用いて長期の器械ドリフトを事前に補正した。また、それぞれの重力計で繰り返し測定時に得られた相対重力値から器械高・潮汐・短期的器械ドリフトの寄与を補正した。一方、 熊本地震以前はCG5-KYUを用いて2015年9・11月および2016年3月に、またCG5-AVLを用いて2016年3月に相対重力観測が行われたので、これらのデータについても同様の補正を実施した。さらに、絶対重力計で地震前後に観測された絶対重力値を用いることで、上記の相対重力データを全て絶対重力値に変換し、熊本地震前後における絶対重力の時空間変化を見積もった。

以上のようにして得られた絶対重力値は、火口周辺および火口北側の観測点で上昇していることが分かった。この絶対重力変化の中には熊本地震に伴う地殻変動の寄与が含まれているので、干渉SARによって得られた準上下変位（地理院地図より）に重力鉛直勾配の典型的な値-0.2 mGal/mを掛け合わせ、それを絶対重力変化から差し引いた。その結果、中岳火口から西側に4km以内の点で0.06～0.10 mGal程度の重力上昇が依然残った。この重力変化は阿蘇火山内部の質量分布の変動によるものと考えられる。今後は水準測量をもとに推定された球状圧力源(須藤ほか, 2006)などを参考にして質量変動モデルを構築することを目指す。また、重力鉛直勾配の値を再検討し、GNSS連続観測データを元に地表上下変位の寄与をより正確に補正するとともに、高頻度の相対重力測定を継続する予定である。

キーワード：重力変化、地殻変動、質量変化、阿蘇火山
Keywords: gravity change, crustal deformation, mass variation, Aso Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇火山における水準測量2018
Precise leveling survey in Aso volcano, 2018

*大倉 敬宏[1]、吉川 慎[1]、井上 寛之[1]、横尾 亮彦[1]、宇津木 充[1]、山本 圭吾[2]、内田 和也[4]、前田 裕太[5]、堀川 信一郎[5]、松廣 健二郎[5]、奥田 隆[5]、田ノ上 和志[5]、木股 文昭[7]、村瀬 雅之[6]、森 済[6]、三島 壮智[3]、小松 信太郎[2]、高谷 真樹[3]、及川 純[8]、石井 杏佳[3]、宮内 佑典[3]、木村 育磨[3]、内田 雅喜[3]、仲井 一穂[3]、瀧下 恒星[3]、千葉 慶太[4]、橋本 匡[4]、神谷 義之介[4]、山本 有人[4]
*Takahiro Ohkura[1], Shin Yoshikawa[1], Hiroyuki Inoue[1], Akihiko Yokoo[1], Mitsuru Utsugi[1], Keigo Yamamoto[2], Kazunari Uchida[4], Yuta Maeda[5], Shinichiro Horikawa[5], Kenjiro Matsuhiro[5], Takashi OKUDA[5], Kazushi Tanoue[5], Fumiaki Kimata[7], Masayuki Murase[6], Hitoshi Mori[6], Taketoshi Mishima[3], Shintaro Komatsu[2], Masaki Takaya[3], Jun Oikawa[8], Kyoka Ishii[3], Yusuke Miyauchi[3], Ikuma Kimura[3], Masaki Uchida[3], Kazuho Nakai[3], Kosei Takishita[3], Keita Chiba[4], Hashimoto Tasuku[4], Yoshinosuke Kamiya[4], Yuto Yamamoto[4]

1. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター、2. 京都大学防災研究所、3. 京都大学大学院理学研究科、4. 九州大学大学院理学研究院、5. 名古屋大学大学院環境学研究科、6. 日本大学文理学部、7. 東濃地震科学研究所、8. 東京大学地震研究所
1. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. DPRI, Kyoto University, 3. Graduate School of Science, Kyoto University, 4. Graduate School of Science, Kyushu University, 5. Graduate School, Nagoya University, 6. College of Human and Society, Nihon University, 7. TRIES, 8. ERI,Univ.of Tokyo

阿蘇火山周辺では2016年熊本地震による道路の寸断状況が2019年2月現在も継続している。しかし2018年4月には主要な道路の復旧作業が完了したため、我々は2018年9月30日から10月6日の期間において2012年9月以来となる水準測量を実施した。測量参加機関は、京大理、京大防災研、九大理、名大環境、日大文理、東濃地震科学研究所、東大地震研である。本講演では、熊本地震以降初めてでもある水準測量の結果を報告する。

水準測量は赤水、坊中、地獄・吉田、湯の谷の各路線（総延長は約42km）で実施された。地震時の地すべりやその後の災害復旧作業により遺失した水準点も少なくなかった（たとえばBM10406, BM10411）が、基準点を新設して対応した。その結果、すべての水準点間の往復測量が一等水準測量の許容誤差以内で行われた。特に27kmの閉合路線(BM10401~地獄路線～吉田路線～坊中路線～赤水路線～BM10401)における環閉合差が0.43mmとなり、高精度の測量を実施することができた。

2012年9月および今回の水準測量では、GEONET960701の基台である960701Aも測量路線に含まれている。そこで、2012年と2018年の測量期間をふくむ1ヶ月間のGEONET F3解の平均をとり、同期間の上下変位量をもとめ、この値を基準として、各水準点の上下変位量をもとめた。その結果、阿蘇山中岳火口の近傍の水準点(BM10408)において約30cmの沈降となった。そして、これらの上下変位量を、国土地理院による干渉SAR 結果の2.5 次元解析により得られた2016年熊本地震時の地殻変動の準上下成分と比較すると、その隆起・沈降域の分布やその量が概ね一致した。したがって、水準測量により検出された2012–2018年の上下変位は熊本地震時の地表変位をおおむね反映していると考えられる。

1963年以降の水準測量では、阿蘇山麓北側を不動点（基準）とした場合に、草千里（中岳火口から西約3km）を中心とするゆるやかな沈降（0.5cm/year以下）が検出されていた。しかし今回の測量結果は、2016年熊本地震時の地表変位を反映するもの（2012年9月と比較すると草千里周辺で約30cmの沈降）となり、火山性地殻変動検出という点では測量の継続性が途絶えてしまった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

しかし、今回得られた比高値は、今後の火山活動による地殻変動を検出する際のあらたな基準値として重要である。我々は、今後も繰返し水準測量を実施して行く予定である。

キーワード：阿蘇火山、地殻変動、2016年熊本地震
Keywords: Aso volcano, Crustal deformation, the 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

斜長石斑晶の化学組成から読み解く阿蘇カルデラ形成噴火第３サイクルにおけるマグマ進化

Magma evolution during the Aso-3 caldera-forming eruption cycle deduced from the chemistry of plagioclase phenocrysts

*松木田 悠希[1]、飯塚 毅[1]、牛久保 孝行[2]、清水 健二[2]、下司 信夫[3]、宮城 磯治[3]、浜田 盛久[2]
*yuki matsukida[1], Tsuyoshi Iizuka[1], Takayuki Ushikubo[2], Kenji Shimizu[2], Nobuo Geshi[3], Isoji MIYAGI[3], Morihisa Hamada[2]

1. 東京大学、2. 海洋研究開発機構、3. 産業技術総合研究所
1. the University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth and Science Technology, 3. The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Title

Magma evolution during the Aso-3 caldera-forming eruption cycle deduced from the chemistry of plagioclase phenocrysts

Author

Yuki Matsukida, Tsuyoshi Iizuka, Takayuki Ushikubo, Kenji Shimizu, Nobuo Geshi,

Isoji Miyagi, Morihisa Hamada

Introduction

Caldera-forming eruptions are the most destructive type of volcanic activity and exert a great influence on the Earth’s surface. Therefore, the underlying magmatic mechanism leading to caldera-forming eruptions is of fundamental importance in volcanology. The Aso volcano is the largest (18×25 km in diameter) caldera in the southwestern Japan Island Arc and formed through four large eruption cycles. In this study, we have investigated the evolution of magmas that erupted during the second youngest cycle among the four cycles, the Aso-3 cycle at 123 ka. It ejected >150 km^3 of pyroclasts that are divided into the following four units in stratigraphic ascending order: 3W, a plinian pumice fall deposit; 3A, a pumice flow deposit containing dominantly aphyric pumice and glassy ash; 3B, a scoria flow deposit characterized by abundant aphyric scoria; and 3C, a scoria flow deposit consisting mainly of porphyritic scoria and glassy ash matrix.

On the basis of major and trace element compositions and Sr-Nd-Pb isotope ratios of whole rocks as well as phenocrysts, Kaneko et al. (2015) argued that the pre-eruptive magma chamber was chemically stratified from a mafic lower part to a felsic upper part. The previous study further estimated water contents in the melts using the hygrometer based on plagioclase-melt partitioning of anorthite-albite components (Lange et al., 2009), but the estimates have large uncertainty. Here we determined hydrogen contents of plagioclase phenocrysts. By combining the hydrogen contents with major and trace element compositions of the plagioclase phenocrysts, this study aims to better understand pre-eruptive magma evolution and water behavior of the Aso-3 cycle.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Methods

Plagioclase as well as pyroxene and oxide mineral phenocrysts were separated from pumices of 3W, an obsidian clast of 3A, a welded clast of 3B, and a pumice clast of 3C. Major and trace elements in phenocrysts were quantified by electron probe microanalyzer (EPMA) and laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS), respectively. In LA-ICP-MS analysis, Ca contents measured by EPMA were used for internal standard normalization. OH contents in plagioclase phenocrysts were determined by secondary ion mass spectrometry (SIMS).

Results

Anorthite contents (#An) of plagioclase phenocrysts are variable even in individual units, but show the systematic increase in ascending order, consistent with the results of Kaneko et al. (2015). REE patterns of plagioclase and pyroxene show positive and negative Eu anomalies, respectively. Plagioclase Ce content degreases as #An increases (Figure 1). On the other hand, OH contents in plagioclase phenocrysts are significantly higher in 3W (~250 ppm) as compared to the others (<50 ppm) (Figure 2).

Discussion

OH contents in a plagioclase phenocryst of 3W are significantly higher than those of 3A-C, nevertheless Ce contents of plagioclase are not significantly different between 3W and 3A. Considering that the partition coefficients of Ce between anhydrous major minerals and melt are similar to those of OH, this finding suggests that H_2O was lost from the melt through gas exsolution or fractional crystallization of hydrous minerals. Alternatively, given the fast diffusion of hydrogen relative to Ce in plagioclase, it may be attributed to secondary loss of hydrogen from plagioclase phenocrysts of 3A-C during welding processes. From the observation of thin sections of 3W and 3A, however, microlite was rarely observed, suggesting that the secondary thermal effects would be restricted for both 3W and 3A. Furthermore, little hydrous phenocrysts have been observed from ejecta of the Aso-3 cycle. Therefore, the results of this study suggest that gas exsolution and degassing occurred between the eruptions of 3W and 3A.

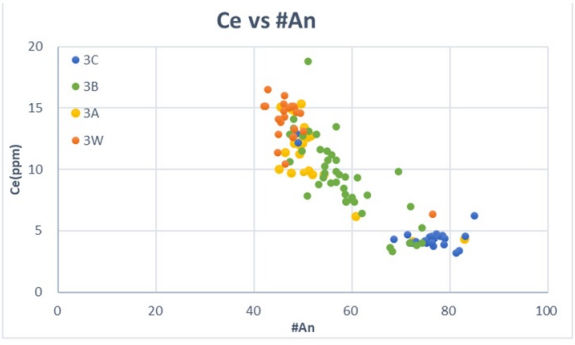


Figure 1 Ce vs anorthite contents for plagioclase phenocrysts

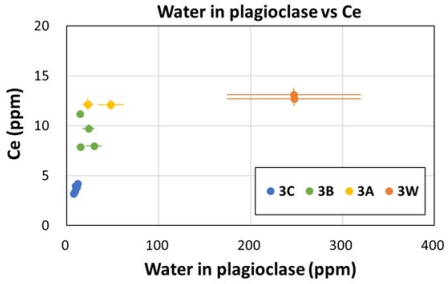


Figure 2 Water vs Ce contents for plagioclase phenocrysts (The water contents were calculated from hydrogen concentrations in the phenocrysts)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

噴火微動の継続時間と噴出量の関係
Relationship between duration of eruption tremor and eruption volume

*森 亜津紗[1]、熊谷 博之[1]
*Azusa Mori[1], Hiroyuki Kumagai[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻
1. Nagoya University Environmental Studies

我々はこれまでに複数の火山の噴火微動と爆発地震について、*S*波の等方輻射が成立する5 - 10 Hz帯の地震波形データを用いて、震源振幅(A_s [m^2/s])と累積震源振幅(I_s [m^2])の関係を調べた(Mori and Kumagai, JpGU, 2017, 2018)。A_sはエンベロープ波形に対し、最大振幅を含む10秒窓での平均振幅を求め、幾何減衰と非弾性減衰の効果を補正し全観測点で平均した値で、震源での最大振幅の大きさに相当する。一方I_sは、エンベロープ波形全体に上記の減衰効果を補正し微動の継続時間で積分した値で、振幅の累積値に相当する。我々はA_sとI_sがべき乗関係にあり、その関係性が噴火微動と爆発地震では異なることを示した。さらに、2011年の霧島のサブプリニー式噴火について、傾斜計データから推定された噴出率と我々が推定したA_sの値を比較したところ、A_sは噴出率と比例関係にあった。今回我々はさらに、エンベロープ波形の時間変動についても調べた。その結果、噴火微動の継続時間(T [s])と噴火規模の間に規則性があることが分かったので報告する。

本研究ではまず、I_sとA_sの値からエンベロープ幅(p [s])を算出し、pとI_sの関係を評価した。pはI_s/A_sとして定義され、地震波形の継続時間を表す指標として用いることができる(Kumagai et al., JGR, 2018)。その結果、噴火微動ではpがI_sの0.4乗に比例することが分かった。また各噴火のエンベロープ波形を比較したところ、振幅が徐々に大きくなった後、振幅がピーク振幅に近い大きさでおおよそ一定になる状態が比較的長時間続き、その後徐々に振幅が小さくなるという特徴がみられた。さらにややばらつきはあるものの、pが最大A_sの値とともに増加していく傾向がみられた。また、エンベロープ波形を下底の長さがT、高さがA_sとなる台形として近似すると、例外はあるが上底と下底の比がおおよそ一定になっていた。よって、pはTに比例すると考えられる。さらにA_sと*噴出率*は比例関係にあるので、I_sと噴出量(V [m^3])もまた比例関係にある。したがって、上記のpとI_sの関係はTがVの0.4乗に比例するということを示している。プリニー式噴火については、世界の様々な火山で発生した幅広い規模の噴火の規模や様式、継続時間などの情報が先行研究によってまとめられている(Mastin et al., JVGR, 2009)。そこで先行研究にまとめられているTとVの値と我々の結果を比較したところ、我々が推定したTとVの関係は先行研究の値と整合的であった。よってプリニー式噴火では、幅広い規模の噴火において、噴出量が噴火微動の継続時間とともに増加していく傾向にあることが分かった。これらの結果は、噴火微動の継続時間と噴出量の間に規則的な関係が成り立っていることを示している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年3月の新燃岳噴火に伴う地殻変動
Crustal deformation accompanied with the eruption of Shinmoe-dake in early March 2018

*渡部 豪[1]、横田 崇[1]、倉橋 奨[1]、榎本 賢大[1]
*Tsuyoshi Watanabe[1], Takashi Yokota[1], Susumu Kurahashi[1], Kenta Enomoto[1]

1. 愛知工業大学
1. Aichi Institute of Technology

本研究では，火山噴火のメカニズムを明らかにすることを目的に，霧島山中央部に位置する新燃岳を対象とし，2018年3月上旬に起こった一連の火山活動に伴う地殻変動について，2013年1月1日から2018年3月25日の九州地方（主に九州地方で，山口県，愛媛県の一部を含む）に分布するGEONET観測点（150点）で得られたF3解を用いて解析を行い，地下の圧力源（マグマソース）の推定を行った．

ここでは，F3解に対して，GNSS受信機・アンテナ・レドーム交換などによる日毎の観測点座標値のオフセットの除去を行った後，初日（2013年1月1日）を基準とした，東西・南北・上下方向への座標変換を経て，観測点毎の変位の時系列を作成した．続いて，それらの時系列にWdowinski et al.（1997）の方法を適用し，季節変動や日毎の座標値のばらつきが原因で生じた共通誤差成分を取り除いた．また，対象とする火山活動の期間中の地殻変動に影響を及ぼす因子として考えられる，2016年熊本地震による粘弾性緩和について，国土地理院の3枚の矩形断層モデルによる地震時のすべりを与え，Fukahata and Matsu’ura (2005; 2006) のコードを利用して，九州全域に及ぶ地震後5年間の地殻変動を計算し，得られた観測点変位の補正を行った．この解析では，厚さ25 kmの弾性体がMaxwell 粘弾性体の上に横たわる二層の水平成層構造を仮定した．また，粘弾性体の粘性率は2.0×10^{18} Pasと仮定し，その他の物性パラメータは，Fukahata and Matsu’ura（2005; 2006）で使用された値を用いて計算を行った．その他の因子として，フィリピン海プレートの沈み込みに伴う弾性変形の推定を行い，元のデータを補正した．ここでは，Hirose et al.（2008）のフィリピン海プレートの上面形状に基づき，九州地方下に沈み込むプレートの境界面を170枚の矩形断層で近似し，矩形断層のすべりによるグリーン関数は，Okada（1985）の定式に基づいて計算し，プレート間の固着に伴う弾性変形を推定した．同解析では，観測値として，2013年1月1日から2016年3月31日までのGNSS変位速度データ（水平・上下成分）を用い，観測値と計算値の残差二乗和が最小になるという条件，隣り合う矩形断層で固着率の推定値がなめらかになるような拘束条件をかけた．最後に，新燃岳周辺のGEONET 7観測点で得られた変位データに対し，膨張期（2017年7月1日～2018年2月28日）と収縮期（2018年2月14日～2018年3月25日）に生じた火山変動をよく説明するための圧力源の経度・緯度・深さの推定を行った．ここでは，経度について130.6～131.1˚まで，緯度について31.7～32.1˚までの範囲をそれぞれ0.001˚刻みで，深さについて4～15 kmの範囲を0.1 km刻みで設定し，グリッドサーチを行い，観測値と茂木モデルを用いた地殻変動の計算値との残差が最小となるものを最適解とした．なお，圧力源の体積変化については，膨張期に1.6×10^{7} m^3の体積増加，収縮期に0.7×10^{6} m^3の体積減少という，気象庁の推定値を採用した．

この結果，膨張期には，最大で14 mmの南東方向への変位が950486観測点で得られ，他の観測点でも新燃岳火口から等方的に伸張するセンスの変位が示され，矩形のダイク貫入より球状の圧力源を仮定したほうが地殻変動をよく再現できると考えられる．一方，収縮期には，最大で8 mmの変位が膨張期と同様に950486観測点で得られた．これら二つの時期で，変位パターンは，概ね互いに逆センスであった．また，膨張源・収縮源の位置は新燃岳火口直下ではなく，火口から6～7 km北西方向に離れた場所に位置することが明らかとなった．これらの結果は，気象庁の結果と概ね調和的であるが，気象庁の結果と比べて膨張期における圧力源の深さが4 kmほど深部に推定された．これについては，今後，詳細な検証が必要となるが，使用した観測点の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

数や圧力源との位置関係，地形の効果などに依存している可能性があると思われる．今後，地形の効果を考慮した解析や圧力源の推定位置に関する誤差の見積もりなどを含めた議論を行う．

キーワード：新燃岳、GNSSデータ、2016年熊本地震に伴う粘弾性変形、フィリピン海プレートの沈み込みによる弾性変形、マグマだまりの推定
Keywords: Shinmoe-dake, GNSS data, visco-elastic deformation due to the 2016 Kumamoto earthquake, elastic deformation by subduction of the Philippine Sea plate, estimation of magma chambers

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSS観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源
Sources under Iwo-yama, Kirishima Volcanoes derived from GNSS observation and Precise leveling survey.

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1]
*Yuki Koga[1], Takeshi Matsushima[2], Kazunari Uchida[2], Dan Muramatsu[1], Yuichi Iwasa[1]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu university , 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University

硫黄山はここ数年火山活動が活発な霧島火山の活火山の一つである。2013年12月以降火山性地震が多く発生してから火山活動が活発化し始め、2015年12月には地表に熱異常域が形成され噴気活動が始まり、2018年4月には水蒸気噴火も発生するなど、熱水活動の盛んな火山である。森田（2018）において、2015年6月～2017年10月に実施された鉛直方向の変位を検出できる水準測量で捉えられた地殻変動は、硫黄山噴気域の東150mの地表からの深さ約700mの地点の球状圧力源の増圧によるものと推定された。この深さは、MT探査によって推定された粘土層と考えられる難透水層の下面（Tsukamoto et al., 2018）に一致しており、粘土層がキャップロックとなり深部から上昇してきた熱水がその下面に溜められ、圧力をためているのではないかと推定された。ただ、森田（2018）の圧力源は水平変動が考慮されていない。水準測量で検出した上下変動にGNSS観測によって検出された硫黄山周辺の水平変動を用いて、硫黄山のより詳細な圧力源モデルの推定を試みた。

噴火前の期間①（2017年10月～2018年3月）では、硫黄山を中心とする最大約1.5㎝の隆起と硫黄山の噴気域を中心とする放射状の水平変動が捉えられた。この地殻変動のパターンから圧力源を球状圧力源と仮定して、標高補正茂木モデルを用いてモデリングを行った。その結果、硫黄山の直下深さ780mに位置する球状圧力源の4.7×10㎥の体積増加と推定された。深さはTsukamoto et al.(2018) で推定された粘土層の下面の深さに概ね一致しており、噴火前に粘土層の下面で圧力源が膨張していたことが考えられる。噴火後の期間②（2018年6月～2018年10月）においては、硫黄山を中心とする最大3.5㎝の上下変動や硫黄山の山体を中心とする大きい水平変動が捉えられた。この変動の圧力源を推定した結果、ここでも硫黄山の直下深さ720ｍに位置する球状圧力源の5.6×10㎥の体積増加によるものと推定された。よって、噴火の後も粘土層の下面において球状圧力源が膨張を続けており、噴火が再び発生する可能性が高まっていると考えられる。

期間①の山体のGNSS観測点には球状圧力源の体積増加では説明できない水平変動が捉えられていた。これは粘土層下の圧力源の体積増加に伴って、熱水が粘土層の亀裂を通って上昇し、山体浅部の間隙水圧や温度を上昇させたことで、地殻が膨張したものであると考えられる。また、期間①と期間②で推定したそれぞれの圧力源位置を比較したところ、噴火を挟んで北西へ約150m程度移動していた。噴火後の硫黄山では新しい熱異常域の形成や噴気活動の活発化などが山体の西側で確認されており、硫黄山の火山活動が西側へ遷移する様子を反映しているものであると考える。さらに、これらのモデルによる硫黄山周辺の連続観測点（硫黄山から2～3㎞）の水平変位と実際に観測された水平変動を比較したところ、モデルによる変位を上回る水平変動が捉えられていた。このことから硫黄山周辺に別の圧力源が存在する可能性を考え、霧島全域のGNSS連続観測点の変動データを用いて圧力源のモデリングを行ったところ、これらの地殻変動は硫黄山から約5㎞離れたえびの岳付近の深さ約7kmに位置する球状圧力源の体積増加によるものであると推定された。この圧力源はNakao et al. (2013) で推定された新燃岳の2011年噴火の前後の地殻変動源と整合的で、新燃岳のマグマだまりの体積変化によるものと考えられる。

よって硫黄山周辺の地殻変動は、粘土層下の熱水だまり、熱水の上昇に伴う山体浅部の地殻変動源、新燃岳のマグマだまりの３つの圧力源で説明することができることが分かった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：硫黄山　、GNSS観測、精密水準測量
Keywords: Iwo-yama, GNSS observation, Precise leveling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSS 観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源
Sources under Iwo-yama, Kirishima Volcanoes derived from GNSS observation and Precise leveling survey.

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1]
*Yuki Koga[1], Takeshi Matsushima[2], Kazunari Uchida[2], Dan Muramatsu[1], Yuichi Iwasa[1]
1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University

At Iwo-yama that active volcano located in Ebino kogen volcanic area of Kirishima Volcanoes, fumarolic activity has risen again from December 2015 after dozen year's silence and suddenly increasing of seismicity (50 times and more a day) and volcanic tremors was observed several times. And phreatic eruption occurred in April 2018. Morita (2018) inferred inflation spherical pressure source as Mogi source from leveling survey between June 2015 and December 2015. The source's depth is about 700m beneath Iwo-yama and the source was considered that correspond with bottom of conductive layer inferred clay layer from MT survey (Tsukamoto et al., 2018). But, leveling can detect vertical displacement only and the inferred source is not considered horizontal displacement. So, we will improve pressure source inferred from leveling adding detect horizontal displacement from GNSS observation in this study.

As result of the observation, radial crustal deformation was detected several months before the occurrence of the phreastic eruption and after the eruption occurred. Estimating those displacement using an elevation-modified Mogi model, volume increse of the pressure source located at 700m depth below Iwo-yama was estimated. The depth of this pressure source coincided with the depth of the clay layer and it was found that the pressure source had expanded under the clay layer before the eruption occurred. But, for the GNSS observation point of the edifice before eruption, displacement which can't be explained by the pressure source under the clay layer has been detected. This displacement is thought to be due to the rise of hot water to the shallow part as the pressure source under the clay layer expands.

We conducted GNSS continuous observation point around Iwo-yama established by Japan Meteorological Agency to verify the pressure source under the clay layer. As a result, displacements which can't be explained by this model detected at these observation points. Using the GNSS continuous observation points throughout Kirishima, we estimated the pressure source of this displacement. Then, we could estimate the spherical pressure source located 7 km deep in the vicinity of Ebino-dake. This model is consistent with the source of crustal deformation before and after the eruption of Shinmoe-dake volcano in 2011 estimated by Nakao et al. (2018). Therefore, those displacement is thought to be due to volume change of magma chamber of Shinmoe-dake. In conclusion, the crustal deformation around Iwo-yama is due to these three sources, spherical pressure source under clay layer, displacement due to hot water rising to shallow part of Iwo-yama, magma chamber of Shinmoe-dake.

This work was partly supported by MEXT under Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development, and under Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program.Also it was suppoerted by ERI, The University of Tokyo under Joint Usage Program.

キーワード：硫黄山、GNSS 測量、水準測量
Keyword：Iwo-yama, GNSS observation, Precise leveling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSデータによる姶良カルデラ周辺の広域上下変動
Regional vertical deformation around Aira caldera from GNSS data

*仲井 一穂[1]、井口 正人[2]、大倉 敬宏[3]
*Kazuho Nakai[1], Masato Iguchi[2], Takahiro Ohkura[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

姶良カルデラ周辺の広域地盤変動を調べるためにGNSSデータを用いて上下変位の解析を行なった．

使用したデータは国土地理院のGEONETのF3解とRINEXデータ，京都大学桜島火山観測所のGPS観測点のRINEXデータである．解析期間はGEONETの960719観測点で隆起速度が18mm/yrより大きかった1998年～1999年と2015年～2016年のそれぞれ2年間とした．桜島火山観測所の観測点の日座標は，それぞれの観測点に最も近いGEONETの点のF3解を基準座標とした相対測位を行うことで決定した．座標の計算にはRTKLIBを用いている．決定した日座標のデータから年周および半年周成分，地震時とアンテナ交換に伴うステップを取り除き，期間ごとに上下動の変位速度を求めた．霧島周辺の上下変位速度には韓国岳下およそ9kmにある圧力源の体積変化による影響が含まれていると考えられるので，Nakao et al.（2013）の圧力源の位置を参考に地盤変動量を求め，その影響を取り除いた．

解析結果から，姶良カルデラの中心から動径方向に隆起と沈降の2つの領域が存在することがわかった．まず，姶良カルデラの中心から半径20km以内において隆起している様子が解析した2つの期間で共通して見られた．隆起量は姶良カルデラの中心に向かうほど大きくなり，最も大きな値となった桜島北部の観測点では1998～1999年では26mm/yr，2015-2016年では20mm/yrとなった．一方，沈降の領域は1998年～1999年では姶良カルデラから半径20～30km，2015年～2016年では姶良カルデラから半径30～40kmの領域で検出された．沈降量は両期間ともおよそ3mm/yrであった．

得られた上下変位速度のデータから茂木モデルに基づき圧力源の位置と体積変化量の推定を行なった．1998年～1999年の期間では姶良カルデラの地下10kmの深さの増圧源と地下14kmの深さの減圧源が推定され，それぞれの体積変化量はおよそ$+1.8\times10^7 m^3$と$-1.5\times10^7 m^3$であった．2015年～2016年の期間では姶良カルデラの地下10kmの深さの増圧源と地下30kmの深さの減圧源が推定され．それぞれの体積変化量はおよそ$+1.5\times10^7 m^3$と$-3.3\times10^7 m^3$であった．体積変化量のオーダーは両期間とも増圧源と減圧源でほぼ等しい．

以上の結果より，今回得られた上下変位速度の空間分布は深部の減圧源と浅部の増圧源で説明ができることがわかった．浅部の増圧源の位置はHotta et al.（2016）で求められたマグマ溜まりであるとされるA-sourceと一致している．また，体積変化量を考慮すると，深部から浅部のマグマ溜まりへマグマが移動することにより圧力源の体積の増減が現れている可能性がある．

キーワード：姶良カルデラ、GNSS、上下変動
Keywords: Aira caldera, Global Navigation Satellite System, vertical deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水準測量によって測定された桜島火山の地盤上下変動（2017 年11 月～2018 年11 月）

Vertical ground deformation in Sakurajima volcano measured by precise leveling survey (during Nov. 2017 - Nov. 2018)

*山本 圭吾[1]、松島 健[2]、吉川 慎[3]、井上 寛之[3]、園田 忠臣[1]、瀧下 恒星[1]、仲井 一穂[1]、内田 雅喜[3]、大柳 諒[3]、神谷 義之介[2]、大倉 敬宏[3]
*Keigo Yamamoto[1], Takeshi Matsushima[2], Shin Yoshikawa[3], Hiroyuki Inoue[3], Tadaomi Sonoda[1], Kosei Takishita[1], Kazuho Nakai[1], Masaki Uchida[3], Ryo Oyanagi[3], Yoshinosuke Kamiya[2], Takahiro Ohkura[3]

1. 京都大学防災研究所、2. 九州大学理学研究院、3. 京都大学理学研究科
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Fuculty of Sciences, Kyushu University, 3. Gruduate School of Science, Kyoto University

平成26 年度より開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」における課題「桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究」の一環として，昨年度に引き続き，2018 年11 月に桜島火山において一等水準測量の繰返し観測を実施した．本講演では，この測量の結果について報告し，2017年11 月に実施した前回測量以降の桜島火山の地盤上下変動について議論する．

水準測量を実施した路線は，桜島西部山腹のハルタ山登山路線，北部山腹の北岳路線の2 路線である．路線総延長は約21 km であった．これらの路線を，2018 年11 月12 日～29 日の期間において測量に当たった．測量方法は，各水準点間の往復測量で，その往復差は一等水準測量の許容誤差を満たすようにした．測量器材の事前調整を行い，これらの器材を用いて注意深く測量を行った結果，測量における誤差は，1 km 当りの平均自乗誤差が，ハルタ山登山路線および北岳路線においてそれぞれ±0.25 mm/kmおよび±0.18 mm/km となり，高精度の一等水準測量を行うことができた．

桜島西岸の水準点BM.S.17 を不動点（基準）とし，各水準点における比高値を，前回の2017 年11 月に行われた測量結果（山本・他，2018）と比較することで，2017 年11 月から2018 年11 月の期間の約1 年間における地盤上下変動量を計算した．計算された地盤上下変動量から，桜島中央部付近において，地盤沈降（最大で-6.2 mm）が生じていることが確認された．また，桜島北岸に近い北岳路線の水準点においても地盤沈降が認められた．前々回から前回測量までの2016 年11 月から2017 年11 月の期間においては，北岳路線の水準点において地盤隆起が測定されていた．北岳路線において地盤沈降が測定されたことは，2018 年11 月までの1 年間に姶良カルデラ地下のマグマ溜まりにおいて増圧があったとしてもそれほど顕著ではないことを示唆する．

茂木モデルに基づき，得られた上下変動量データから圧力源の位置と体積変化量を求めた．測量を実施した水準点の空間分布が限られているため試行的な結果であるが，南岳直下の深さ約1.7 km に減圧源（体積減少量約37 万立方メートル）が推定された．2017 年11 月～2018 年11 月の期間，南岳直下のマグマ溜りにおいてはマグマ放出により減圧傾向であることが示唆される．

キーワード：桜島火山、精密水準測量、地盤上下変動
Keywords: Sakurajima volcano, precise leveling survey, vertical ground deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

繰り返し相対重力観測で明らかになった桜島火山における1990年代以降の重力時空間変化

Spatiotemporal gravity variations from the 1990s in Sakurajima Volcano, revealed by repeated relative gravity measurements

*大柳 諒[1]、風間 卓仁[1]、山本 圭吾[2]、大島 弘光[3]、岡田 和見[3]、園田 忠臣[2]、井口 正人[2]
*Ryo Oyanagi[1], Takahito Kazama[1], Keigo Yamamoto[2], Hiromitsu Oshima[3], Kazumi Okada[3], Tadaomi Sonoda[2], Masato Iguchi[2]

1. 京都大学理学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 北海道大学地震火山研究観測センター
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. DPRI, Kyoto University, 3. ISV, Hokkaido University

重力観測は火山内部の質量移動を捉えるのに有効な手法の1つである。桜島火山では1975年から相対重力計による重力観測が開始され、2018年までに計20回の繰り返し観測が実施されてきた。このうち、南岳噴火の活発期である1975年～1992年については風間ほか(2018)によって長期的な地殻変動および重力変化のモデル化が行われた。それによると、水準測量で得られた桜島内外の上下変位は2つの球状圧力源の収縮で説明できるが、桜島島内における相対重力値の上昇についてはこれらの球状圧力源の収縮では十分再現できないことが分かった。そこで風間ほか(2018)は北岳直下の深さ5 kmに地殻変動を伴わないような質量増加を仮定し、ここで6.0 E+10 kg/yr（年間6000万トン）の質量蓄積があれば桜島島内の相対重力変化を説明できることを示した。しかしながら、風間ほか(2018)でモデル化されたのは1975年～1992年の質量変動のみであり、それ以降現在までの長期的な質量変動モデルは提案されていない。桜島直下における質量蓄積が現在も継続しているかどうかを知ることは、今後の桜島の火山活動を予測する上でも非常に重要である。

そこで本研究は、1990年代後半から2018年に至る約20年間のGPSデータおよび相対重力データを解析し、この期間の長期的な圧力源変動および質量変動を以下のようにモデル化した。まず、我々はTakayama and Yoshida (2007)の手法を用いてGEONET F3解の水平変位場から桜島火山活動以外のテクトニックな地殻変動場を補正した。次に、姶良カルデラ直下におけるマグマだまりの膨張を想定し、テクトニック場補正後の地殻変動データをMogi (1958)の球状圧力源モデルによって再現した。このとき、球状圧力源の位置や膨張量はグリッドサーチ法によって決定した。その結果、姶良カルデラ中央部の深さ9.0 kmに5.5 E+6 m3/yrの体積膨張速度を持つ球状圧力源が存在すれば、GEONETの地殻変動場を最もよく再現できることが分かった。この球状圧力源に伴う重力変化は萩原(1977)の式によって計算できるが、そもそも地球上の地殻変動では地球重心との距離変化が最も重力変化に効くため、圧力源膨張（による地殻隆起）に対する重力変化は負の値を取る。しかしながら、同期間に桜島島内で観測された重力変化速度は正の値を持っているので、球状圧力源の膨張だけでは桜島の重力変化を説明できないことが分かる。

桜島島内で観測された重力変化から球状圧力源の膨張に伴う重力変化を補正すると、補正後の重力変化速度は山頂部のS110で+7.49 microGal/yr、西側山麓のS16で+1.61 microGal/yrとなった。ここで我々は、この重力時空間変化を再現するために点質量に伴う理想的な重力変化を計算した。なお、この計算に必要なパラメーター（点質量源の位置や質量増加速度）については今回は試行錯誤的に決定した。その結果、桜島中央部の海抜下3.3 kmの位置に2.3 E+10 kg/yr（年間2300万トン）の質量増加を設定すれば実際の重力変化をよく再現できることが分かった。すなわちこの結果は、桜島直下における質量増加は現時点でも継続しているものの、その増加速度は南岳活発期（1970年代～90年代前半）の半分未満に低下している、ということを示唆している。ただし、本研究のここまでの解析においては、GEONETの鉛直変位データを使用していない、モデル計算時にいくつかの簡単化を行っている、球状圧力源や点質量源に関するパラメーターの誤差を検討していない、などいくつかの問題を抱えている。今後はこれらの問題点を解決することで変動モデルを洗練化し、桜島内部の質量移動プロセスをより明らかにしていきたい。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：桜島火山、相対重力、地殻変動、質量変化、マグマ、陸水
Keywords: Sakurajima Volcano, relative gravity, crustal deformation, mass variation, magma, hydrology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

UAVを用いた噴火中の桜島火山の火口内状況把握
Investigation into the crater of Sakurajima volcano during eruption using UAV

*三浦 俊介[1]、望月 拓実[1]、藤田 浩司[1]、浦山 利博[1]、佐々木 寿[1]、千葉 達朗[1]
*Shunsuke Miura[1], Takumi Mochiduki[1], Kouji Fujita[1], Toshihiro Urayama[1], Hisashi Sasaki[1], Tatsuro Chiba[1]

1. アジア航測株式会社
1. Asia Air Survey Co.,Ltd

1. はじめに

活動中の火口地形を計測することは、火山学的にも防災上も重要な情報を得られるが、火口上空の飛行は噴火に巻き込まれるリスクがあり危険である。桜島の南岳は長期間にわたり活発な噴火を繰り返しており、地形の変化も激しい。南岳にはA火口とB火口があり、さらに東斜面に昭和火口がある。これまで、その形状を明らかにするために、国土交通省が、活動の合間に、航空レーザ測量を定期的に実施してきた。しかし、活動の活発化でこのような計測は困難となってきている。とくに昭和火口よりもさらに西側の、南岳山頂火口の地形計測が困難であった。そこで本研究では、桜島南岳山頂火口及び昭和火口の詳細な火口状況を把握するため、UAVによる近接撮影とSfM/MVSを活用した地形計測を試みたので報告する。

2. 桜島昭和火口、山頂火口の撮影

使用したUAVはMatrice210（DJI社製）で搭載したカメラはZENMUSE X4S（可視光）とZENMUSE XT2（熱赤外）である。DJI社製の機体には安全対策として、離着陸地点から対地高度500mの高度制限がかけられているため、立入り規制範囲外のアミダ川の上流部（標高600m付近）を離着陸地点とした。1100ｍまで上昇できれば、火口縁の高度よりも十分高い。

撮影は2018年11月29日AM9:58～、11月29日AM12:12～、11月30日AM10:05～の計3回、約15分の動画撮影方式で行った。1回目と2回目の撮影の間には、山頂火口で2回の噴火があり（11月29日AM10:19とAM10:48）、噴火前後の火口内の撮影にも成功した。

可視光での撮影では、麓の監視カメラではわからない昭和火口内部の状態を確認することができた。一方、南岳AおよびB火口の内部は、立ちこめる噴煙で、明瞭には撮影できなかった。熱赤外での撮影では、可視光ほどの解像度は得られなかったが、南岳山頂火口内部の噴煙の移動状況などを確認することができた。また、熱赤外ではヘリでの撮影よりも高解像度の動画を撮影することができ、昭和火口においては火口壁の成層構造も確認することができた。

3. 3Dモデルとオルソ画像の作成

撮影した可視光の動画から画像を切り出し、SfM/MVSにより昭和火口の0.5m解像度のオルソ画像と3Dモデルを作成した。モデル作成に使用した画像は452枚で、画像の切り出しからモデル作成までは約5時間かかった。昭和火口は、ほとんど活動が停止しており、一部の噴気を除けば、火口底を明瞭に撮影できた。一方、山頂火口（南岳A火口および南岳B火口）は噴煙の影響が大きく、火口上空に点群が多数あらわれ、火口底は判然としなかった。今後は可視光と比較して噴煙の影響が少ない熱赤外の計測結果を用いて、SfM/MVS解析を試みる予定である。

4. まとめ

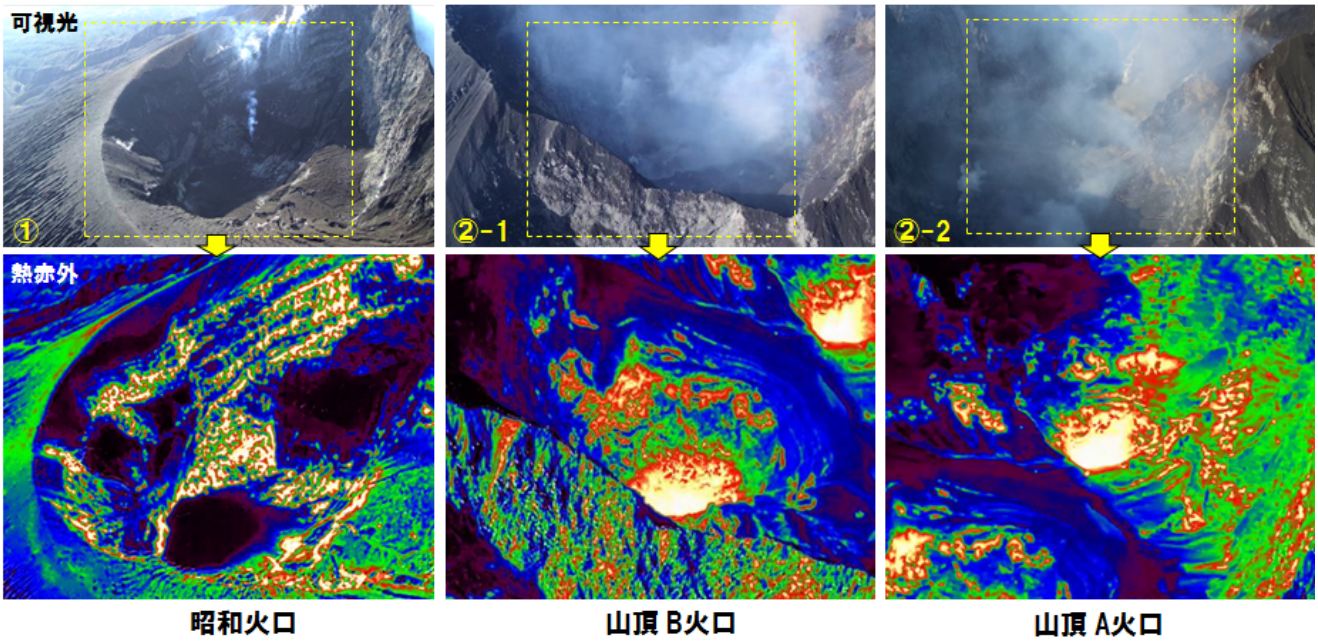
今回のUAVの飛行コースは、昭和火口の真上から噴火中の南岳B火口の縁までは行ったが、活動中の火口上空には入っていない。噴煙の影響を排除し、よりクリアな映像を得るためには、火口上空あるいは火口内部への低空飛行が必要であると思われる。現状では映像はSDカードに記録されているため、帰着しての回収が大前

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

提であるが、将来的には、通信によって得られる画像からのモデル作成が望まれる。

本研究は、文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト課題D1の一環で行ったものである。離着陸地点の立入りについては京都大学と鹿児島森林管理署の協力と許可を頂いた、ここに記して感謝申し上げます。

キーワード：無人航空機、活火山、SfM/MVS、熱赤外画像
Keywords: UAV, Active Volcano, SfM/MVS, Thermal infrared image



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic refraction and wide-angle reflection experiment in southern Kyushu, Japan: (3) the 2018 exploration report

*宮町 宏樹[1]、高橋 浩晃[2]、青山 裕[2]、大園 真子[2]、椎名 高裕[6]、髙田 真秀[2]、一柳 昌義[2]、山口 照寛[2]、薄田 悠樹[2]、齊藤 一真[2]、伊藤 ちひろ[2]、村井 芳夫[2]、中垣 達也[2]、筒井 智樹[3]、竹井 瑠一[3]、多田 悠也[3]、山本 希[4]、平原 聡[4]、中山 貴史[4]、東 龍介[4]、鈴木 秀市[4]、佐藤 利典[5]、蔵下 英司[6]、安藤 美和子[6]、田中 伸一[6]、池澤 賢志[6]、山田 知朗[6]、中東 和夫[7]、前田 裕太[8]、堀川 信一郎[8]、松廣 健二郎[8]、奥田 隆[8]、辻 修平[8]、十川 直樹[8]、片尾 浩[9]、澁谷 拓郎[9]、三浦 勉[9]、中川 潤[9]、米田 格[9]、為栗 健[9]、瀧下 恒星[9]、仲井 一穂[9]、山下 裕亮[9]、松島 健[10]、内田 和也[10]、宮町 凛太郎[10]、八木原 寛[1]、平野 舟一郎[1]、久保 武史[1]、坂尾 健有[1]

*Hiroki Miyamachi[1], Hiroaki Takahashi[2], Hiroshi Aoyama[2], Mako Ohzono[2], Takahiro Shiina[6], Masamitsu Takada[2], Masayoshi Ichiyanagi[2], Teruhiro Yamaguchi[2], Yuki Susukida[2], Saito Kazuma[2], Chihiro Ito[2], Yoshio Murai[2], Tatsuya Nakagaki[2], Tomoki Tsutsui[3], Ryuichi Takei[3], Yuuya Tada[3], Mare Yamamoto[4], Satoshi Hirahara[4], Takashi NAKAYAMA[4], Ryosuke Azuma[4], Syuichi Suzuki[4], Toshinori Sato[5], Eiji Kurashimo[6], Miwako Ando[6], Shinichi Tanaka[6], Satoshi Ikezawa[6], Tomoaki Yamada[6], Kazuo Nakahigashi[7], Yuta Maeda[8], Shinichiro Horikawa[8], Kenjirou Matsuhiro[8], Takashi OKUDA[8], Shuhei Tsuji[8], Naoki Sogawa[8], Hiroshi Katao[9], Takuo Shibutani[9], Tsutomu Miura[9], Nakagawa Jun[9], Itaru Yoneda[9], Takeshi Tameguri[9], Kosei Takishita[9], Kazuho Nakai[9], Yusuke Yamashita[9], Takeshi Matsushima[10], Kazunari Uchida[10], Rintaro Miyamachi[10], Hiroshi Yakiwara[1], Shuichiro Hirano[1], Takeshi Kubo[1], Kenyu Sakao[1]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科、2. 北海道大学大学院理学研究院、3. 秋田大学国際資源学部、4. 東北大学大学院理学研究科、5. 千葉大学大学院理学研究院、6. 東京大学地震研究所、7. 東京海洋大学学術研究院、8. 名古屋大学大学院環境学研究科、9. 京都大学防災研究所、10. 九州大学大学院理学研究院

1. Kagoshima University, 2. Hokkaido University, 3. Akita University, 4. Tohoku University, 5. Chiba University, 6. University of Tokyo, 7. Tokyo University of Marine Science and Technology, 8. Nagoya University, 9. Kyoto University, 10. Kyushu University

[1] Primary Objective

Southern Kyushu is a typical island arc region: subduction of Philippine Sea plate under Kyushu off Hyuganada with high seismic activity, the Aira caldera with active volcanic activity, the extending Okinawa trough, and the East China Sea. Our project is aimed at clarifying the detailed velocity structure of the crust beneath southern Kyushu and recognizing interactions with crustal activities in these regions.
It is also concerned about the occurrence of large-scale eruptions at the Aira caldera larger than the 1914 Taisho eruption in Sakurajima volcano. Accordingly, we also intend to reveal the caldera structure of the Aira caldera in order to deepen the understanding of the present magma supply system beneath the Aira caldera.
This reports an outline of the second seismic exploration carried out in November 2018.

[2] Report of Seismic Exploration in 2018

For our purpose mentioned above, we carried out the first seismic exploration in November 2017, which consists of 9 shot points with charges of about 200 kg dynamite in the land area and 906 temporary seismic stations including 42 OBSs along about 165 km long profile running transversely across the Osumi Peninsula, the central part of the Aira caldera, the Satsuma Peninsula, the Koshiki Strait and the Koshiki Islands.
The second seismic exploration was carried out in November 2018. In this 2018 exploration, 872

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

temporary seismic stations were deployed along the 2017 seismic main profile. The equipment at each station is same as that in 2017. In addition, we widely deployed 49 seismic temporary stations with a 4.5 Hz three components seismometerand a portable data logger ”GSX” in Sakurajima volcano in order to estimate the 3-D velocity structure beneath the volcano.
In the 2018 exploration, artificial explosions by the seismic air-gun blasting system(6000 cubic inches) were applied at 50m or 100m intervals along the sea profiles (Profile-B, Profile-D, Profile-F, Profile-H). We successfully observed the seismic refraction and reflection signals generated from the air-gun in a distance range of more than 20 km. We also introduced 4 big vibrator vehicles in the land area, which vibrates continuously during about 4 hours at the fixed locations. In addition, we carried out the seismic reflection profiling with 5 km long profile in the northeastern area in Sakurajima volcano.

Acknowledgement : This project is mainly funded by the Kyushu Electric Power Co., Inc. The JGI Inc. conducted the artificial explosions, and the Hanshin Consultants Co., Ltd shared a part of the temporary seismic observation.

キーワード：速度構造、南九州
Keywords: velocity structure, southern Kyushu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幸屋火砕流の流動・堆積機構
Flow and emplacement mechanism of Koya Ignimbrite

*鈴木 桂子[1]、中岡 礼奈[1]、山根 朋己[2]
*Keiko Suzuki-Kamata[1], Reina NAKAOKA[1], Tomomi Yamane[2]

1. 神戸大学 海洋底探査センター、2. 神戸大学大学院理学研究科
1. Kobe Ocean-Bottom Exploration Center , 2. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University

Koya ignimbrite sourced from Kikai caldera 7.3 ka and traveled across the sea to reach the adjacent islands and the mainland of south Kyushu 40-90 km distant. Proximal facies of Koya ignimbrite, called Takeshima pyroclastic-flow deposit, comprise two or more flow units with a maximum thickness of 30 m, but the distal deposits collectively called Koya ignimbrite are consist of one flow unit and are exclusively very thin. Lag Breccia of Koya ignimbrite is recognized as layer 2b of 5 m thick on Takeshima and layer 1 of 2 m thick on Satsuma-Iwo Jima.

Koya ignimbrite contains essential pumices and volcanic glasses, both exhibiting a bimodal compositional distribution, e.g., ~60 and ~70 wt.% SiO_2 (Fujihara and Suzuki-Kamata, 2013). In addition to the silicic component, reflecting contribution the mafic component increases upwards from the basal to middle level of the deposit, and this vertical variation likely indicates progressive aggradation of pyroclasts. Koya ignimbrite overlies the ground layer consisting of crystal and fine pumice 1~5cm thick, and segregation pipe is commonly recognized in the ignimbrite in distributed area. The pyroclastic-surge deposit showing cross lamination overlies the ignimbrite on south of Osumi Peninsula. The surge deposit is rich in the mafic component, and suggests that the surge is formed at the late stage of ignimbrite eruption.

Koya ignimbrite distributes from the shoreline to the highland 1900m above sea level in Yakushima. Koya ignimbrite shows different lithofacies depending on altitude, which is thick and massive deposit more than severeal meters thick at lower area, and thin less than 50cm and composed of layer 1 at the base at higher altitude of 1600m above sea level. Mafic component is contained from the base of Koya ignimbrite in the north-west area on Yakushima both the lower area and the higher area, but mafic component increases upwards from the basal to middle level of the deposit in south-west area of Yakusima as same as Kyushu, Kuchinoerabujima and Tanegashima. This suggests that the earlier Koya ignimbrite climbing up the mountain area flows back due to the gravity in the north-west area and deposited thick at the lower area.

While silicic component can be recognized throughout the ignimbrite, mafic component exist only at the upper level of it at Tanegashima. The early phase products of Koya ignimbrite eruption reached to Tanegashima because this vertical variation is equal to that of the ignimbrites on proximal area, Satsuma Peninsula and Osumi Peninsula (Fujihara and Suzuki-Kamata, 2013). Lower contents of mafic component from upper most level compared with that of Osumi Peninsula suggest that the flows which contain abundant in mafic component occured at the later phase of the ignimbrite eruption cannot reach to Tanegashima. This is conformable the fact that the ignimbrites on Osumi Peninsula are thicker than that of Tanegashima. Based on above, it is estimated that Koya ignimbrite lost a great many amount of pyroclasts in the sea during traveling across the sea and the Koya ignimbrite widely lies on the sea floor around Kikai caldera. Koya ignimbrite became the low aspect ratio ignimbrite after passing the sea area, and low density pyroclastic surge was formed in the mountain area reflecting the topography.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：拡散型火砕流、幸屋火砕流、鬼界カルデラ
Keywords: low-aspect ratio ignimbrite, Koya ignimbrite, Kikai caldera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

開聞岳南方海域の崩れ地形の成因を海底地形とマルチチャンネル反射波地震探査から探る

Investigating Origin of landslide-like bathymetric feature at southern Mt.Kaimon using bathymetric and multichannel seismic reflection surveys

*山口 寛登[1]、清水 賢[2]、井和丸 光[2]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、堀内 美咲[3]、松野 哲男[2,3]、巽 好幸[2,3]
*hiroto yamaguchi[1], Satoshi Shimizu[2], Hikaru Iwamaru[2], Mamoru Sano[2], Nobukazu Seama[3,2], Misaki Horiuchi[3], Tetsuo Matsuno[2,3], Yoshiyuki Tatsumi[2,3]

1. 神戸大学理学部惑星学科、2. 神戸大学海洋底探査センター、3. 神戸大学理学研究科惑星学専攻
1. Department of Planetology, Faculty of Science, Kobe university, 2. Kobe ocean-bottom exploration center, 3. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe university

開聞岳は4400年前に浅海域で活動を開始した火山であり、この火山の南方には海底地すべりのような地形があることが先行研究（海上保安庁2007）より分かっている。神戸大学海事科学部附属練習船深江丸での2018年3月と10月の探査航海で、この海域のマルチチャンネル反射波地震探査データと海底地形データが得られた。これらのデータを解析することで海底地すべりのような地形は地すべりで形成されたものなのか、もし地すべりならば発生源はどこなのかを調べた。海底地形データは海底地形図（図）にして、さらに地形解析として陰影図・傾斜量図・地形凹凸度指数（でこぼこ図）を求めた。反射波地震探査は地すべり状の地形を東西と南北に横切るような11本の測線で実施した（図のみどり線）。得られたデータから反射断面図を作成した。反射断面図からある反射面を境界として、崩れの影響を受けたとみられる厚さ70ｍほどの上層と広域にわたって安定して堆積した下層に分けられることが分かった。崩れの影響を受けたとみられる上層には逆断層や褶曲構造がみられ水平圧縮方向の力が加わったことを示している。海底地形図と上層の反射断面図から地すべりのような地形を大きく4つの異なった特徴を示すエリアに分け、それぞれ東部北側・東部南側・中央部・西部と名前を付けた。それぞれのエリアの特徴を次に示す。

・東部北側の地形は凹凸が激しく、傾斜量が大きい場所が点在している。反射断面図では、崩れの影響を受けた上層と受けていない下層の境界の反射面が不明瞭になっており、より深部まで崩れの影響を受けている。

・東部南側の地形は大部分で凸凹が少なく、傾斜量も小さい。反射断面図では、東西方向に走向をもつ逆断層がみられる。また成層構造が保たれた場所もところどころにみられる。

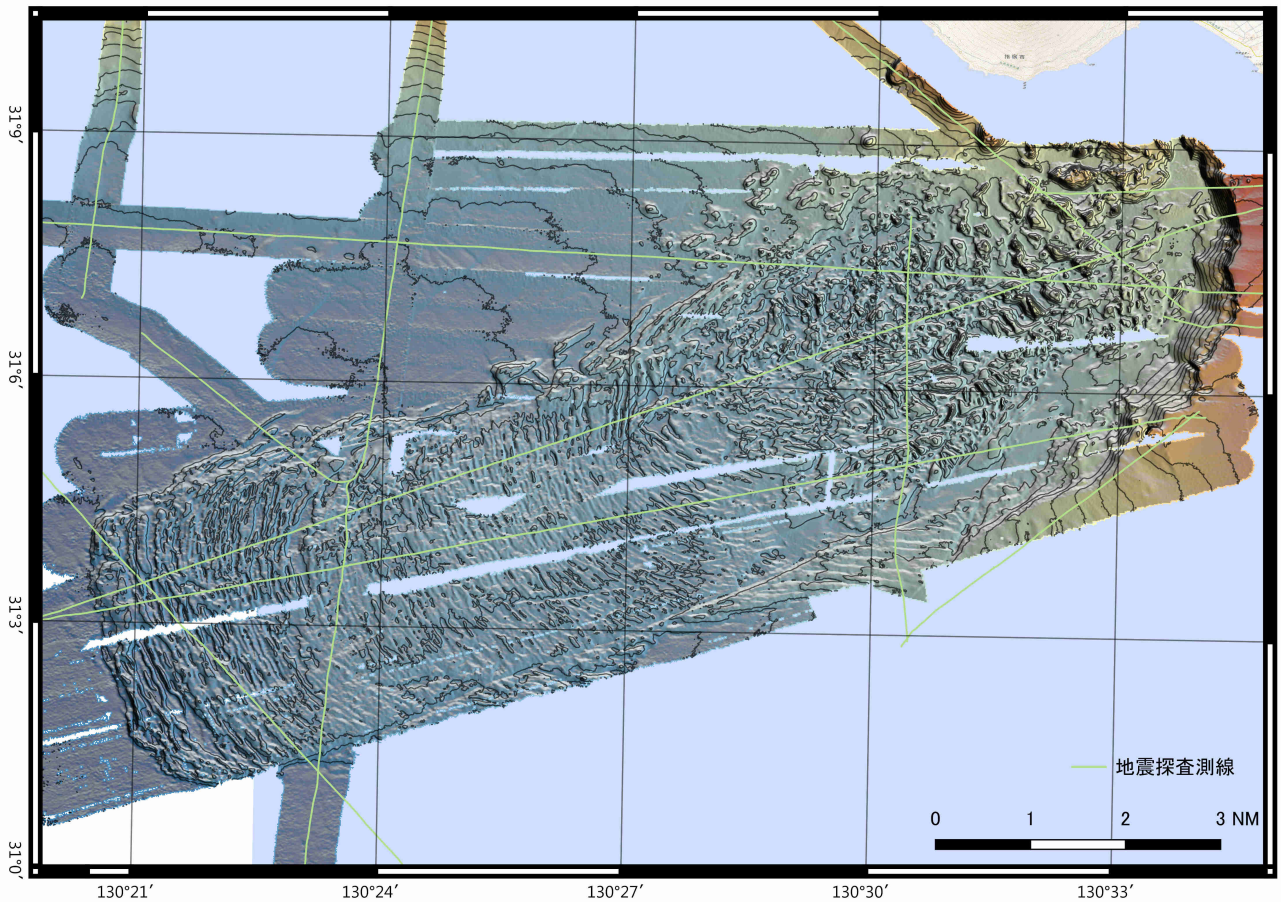
・中央部の地形は、他のエリアと比べて凹凸と傾斜量が穏やかである。反射断面図では、北北西-南南東方向に走向をもつ断層が多数みられる。また、成層構造が東と西の両端でみられる。

・西部の地形は東部北側ほどではないが、凹凸と傾斜量がともに大きい。反射断面図は中央部より少ないが南北に走向をもつ断層がみられる。

このような結果から、海底を押し流す地すべりが東部北側を発生源として起きた、流れの方向は東部では南方向、中央部から西部は西南西方向であると結論づけた。その理由は、東部北側でより深部まで崩れの影響を受けていること、断層や褶曲構造から推定される応力構造が東部で南北圧縮、中央部と西部はほぼ東西圧縮であること、地形の凹凸や傾斜が東側ほど大きくなる傾向があることがあげられる。

キーワード：反射波地震法、海底地形図、開聞岳
Keywords: seismic reflection, ocean bottom topography, Kaimondake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



国土地理院の電子地形図（タイル）に海底地形図と反射波地震探査の測線を追記して掲載

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

口永良部島火山2018-19年噴火降下火砕物の産状と分布
Occurrence and distribution of pyroclastic fall deposits of Kuchinoerabujima volcano 2018-2019 eruption

*長井 雅史[1]、中川 正二郎[2]、入山 宙[1]、三輪 学央[1]、棚田 俊收[1]、上田 英樹[1]、中田 節也[1]
*Masashi NAGAI[1], Shojiro Nakagawa[2], Yu Iriyama[1], Takahiro Miwa[1], Toshikazu Tanada[1], Hideki Ueda[1], Setsuya Nakada[1]

1. 防災科学技術研究所　火山防災研究部門、2. 屋久島地学同好会
1. Volcano Research Department, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Yakushima Chigaku Club

口永良部島火山新岳では2018年10月21日から断続的に噴火が始まった。東側に隣接する屋久島や種子島で降灰が認められるような比較的大きな噴火は2018年12月18日、12月28日、2019年1月17日、1月29日に発生した。このうち降灰軸が南東方向にあり陸上に降灰が少なかった12月28日噴火を除く3つの噴火について降灰調査を行った。口永良部島島内では2月上旬に調査を行った。また、気象庁口永良部島火山防災連絡事務所提供資料や地元住民等への聞き取り情報も利用した。

屋久島や種子島において堆積物はいずれも明灰色ないし淡く赤みを帯びた明灰色の砂質~シルト質火山灰層で、構成粒子は石質岩片や熱水変質岩片を主体とし新鮮なガラス質岩片は少ない。一連の噴火で最も降灰量が多かった1月17日噴火では、東に伸びる降灰軸上の屋久島北西部で400g/m^2程度、北東部で100 g/m^2程度、種子島南端部で20 g/m^2程度の堆積物が認められた。堆積物の一部は泥雨として降下した痕跡を持っていた。屋久島北部では細粒火山礫も多く含まれており、最大粒径は降灰軸よりも北側で大きい傾向があった。降灰軸と最大粒径分布の軸のずれは高度によって風向や風速が異なっていたことで説明されうる。口永良部島島内では一連の噴火全体の堆積物として火口から南東方向に降灰軸があり、約1.5kmの距離で約12kg/m^2の堆積量が確認された。このうち1月17日噴火に相当する層準は粗粒な砂礫質で長径5cm程度の火山礫を含む。

降下火砕物の噴出量は堆積密度を1000kg/m^3としてFierstein and Nathenson (1992)の方法により求めた。屋久島などの遠方の堆積量分布データからは2018年12月18日噴火では約2.9万t、1月17日噴火では6.2万t、1月29日噴火では1.4万tと見積もられる。いずれも同様な方法で見積もった2015年5月29日噴火の降下火砕物の噴出量（約12万t）より小さい。これらの遠方データに近傍地域である口永良部島内の堆積量を加味した場合、2018年12月~2019年1月の降下火砕物の合計は約13万t程度と見積もられる。

キーワード：テフラ、水蒸気噴火、水蒸気マグマ噴火、噴煙柱、琉球弧
Keywords: tephra, phreatic eruption, Phreatomagmatic eruption, eruption column, Ryukyu arc

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2/PALSAR-2干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動
Ground Deformation around Domestic Active Volcanoes detected by InSAR of ALOS-2/PALSAR-2

*谷口 隆文[1]、影山 勇雄[1]、奥山 哲[2]、安藤 忍[2]
*Takafumi Taniguchi[1], Isao Kageyama[1], Okuyama Satoshi[2], Shinobu Ando[2]

1. 気象庁、2. 気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. Meteorological Research Institute

地殻変動による火山活動の監視は噴火の予兆を捉える有用な手段の一つである. 気象庁では, 活火山周辺に傾斜計や光波測距儀, GNSSを設置し, 地殻変動による火山活動の監視を行い, 地下でのマグマの蓄積や移動の把握に努めている. しかし, これらの地上設置型の観測手法のみを用いる場合, 捉えることが可能な地殻変動は観測点での傾斜変動や観測点間の相対位置など点の情報に限定される. また，西之島のような離島では，観測機器の設置や維持管理が難しく,十分な観測体制がとられていないケースも存在する.このような状況で火山活動の監視を強化する手段の１つとして, 面的な地殻変動の把握が可能なSAR（Synthetic Aperture Rader，合成開口レーダー）の活用が有効である.本発表では, 気象庁及び気象研究所で実施した国内全ての活火山周辺におけるALOS-2/PALSAR-2差分干渉解析の長期ペア（2015年～2018年）の結果について紹介する.

本解析で用いたPALSAR-2データは, 火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて, 宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである. また, 一部のデータはPIXELで共有しているものであり, JAXAと東京大学地震研究所の共同研究契約によりJAXAから提供されたものである. PALSAR-2に関する原初データの所有権はJAXAにある. PALSAR-2の解析ソフトウェアは, 防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発されたRINCを使用した. また, 処理の過程や結果の描画においては, SRTM 90m Ver4.1の数値地図を元にしたDEHM及び国土地理院の数値地図10mメッシュ（標高）を元にしたDEHMを使用し, 地図の描画にはGMTを使用した. ここに記して御礼申し上げます.

キーワード：ALOS-2/PALSAR-2、干渉SAR、国内活火山
Keywords: ALOS-2/PALSAR-2, InSAR, Domestic Active Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Volcano-hydrothermal inflation revealed by the spatial variation of stress field at the Tatun Volcano Group, northern Taiwan

*Hsin-Chieh Pu[1], Cheng-Horng Lin[2,3,4,5], Ya-Ju Hsu[2], Li-Chin Chang[3]

1. Central Weather Bureau, Taiwan, ROC., 2. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC., 3. Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan, ROC., 4. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, ROC., 5. National Center for Research on Earthquake Engineering, National Applied Research Laboratories, Taipei, Taiwan, ROC.

To investigate the volcanic behaviors, the Taiwan Volcano Observatory at Tatun has deployed a dense seismic network in the Tatun Volcano Group (TVG), where the government and business metropolis-Taipei city is bounded and various phenomenon related to volcano-hydrothermal activity were found. This network is composed of 40 seismic stations for covering an area of ~10 km by ~10 km. Based on the seismic data recorded by this network, we have solved an extremely huge number of 1,016 earthquake focal mechanisms with depths less 5 km from 2012 to 2017. Then the detailed spatial variations of the local stress field near the surface are firstly inverted from these focal mechanisms. Overall, local earthquakes were dominated by both the sub-horizontal extensional stress striking ESE-WNW and sub-vertical compressional stress. In detail, the orientations of extensional stress formed the abnormal pattern of a couple of semi curves around the Dayoukeng area. In this particular area of Dayoukeng, the magnitude of compressional stress at the sub-vertical component was stronger than the others principle stresses based on the significantly lower ∅values in local than the surrounding area. We ascribe these local variations to an inflating phenomenon buried in the Dayoukeng area. This inflating mechanism should be induced by the volcano-hydrothermal fluid. The current volcano-hydrothermal activity represented by inflation is principally concentrated at the Dayoukeng area and disturbs the faulting behaviors of local earthquakes in the TVG.

Keywords: focal mechanism, stress field, Tatun volcano group, inflation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インドネシア・クラカタウ火山の2018年12月噴火に伴う地形変化と地殻変動

Topographic change and crustal deformation associated with December 2018 eruption of Krakatau volcano in Indonesia

*矢来 博司[1]、小林 知勝[1]、山田 晋也[1]
*Hiroshi Yarai[1], Tomokazu Kobayashi[1], Shinya Yamada[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

クラカタウ火山は、インドネシアのジャワ島とスマトラ島の間のスンダ海峡に位置する火山である。このスンダ海峡において2018年12月22日に高い津波が発生し、大きな被害が生じた。この津波がクラカタウ火山の噴火に伴う山体崩壊によって発生したと考えられたことから、クラカタウ火山の地形変化を把握するため、日本の地球観測衛星「だいち2号」（ALOS-2）に搭載された合成開口レーダー（PALSAR-2）のデータを使用し、噴火前と後の反射強度画像の分析を行った。その結果、噴火後の12月24日の反射強度画像において島の南西部に明瞭な地形変化が認められた。この24日までに島の南西部が崩壊したと考えられる。

また、この噴火前後での地殻変動を把握することを目的として、だいち2号のデータを用いてSAR干渉解析を実施した。その結果、アナク・クラカタウ島では干渉が得られなかったが、周辺に位置する島では衛星から遠ざかる向きの変動が捉えられた。変動の特徴はアナク・クラカタウ島付近を中心とした沈降・収縮を示唆するが、等方的ではなくやや南北に伸びており、単純な点力源ではない可能性がある。

（謝辞）SAR解析で用いたデータは、国土地理院と宇宙航空研究開発機構（JAXA）間の協定に基づき提供されたものです。また、使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

キーワード：クラカタウ火山、山体崩壊、地殻変動、SAR
Keywords: Krakatau volcano, volcanic collapse,, crustal deformation, SAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[S-VC38] 活動的火山

コンビーナ:前田 裕太(名古屋大学)、三輪 学央(防災科学技術研究所)、西村 太志(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻)

活動的火山における最近の噴火や歴史噴火、火山活動に伴う諸現象、火山体構造、各種計測技術開発などについて各種地球物理・地球化学観測・地質学的調査などに基づき学際的立場で議論する。火山活動の分岐現象の理解や予測に関する観測、理論、実験分野からの講演も歓迎する。

[SVC38-P01] 反射法地震探査による有珠昭和新山屋根山の構造

*竹井 瑠一[1]、筒井 智樹[1,2]、多田 悠也[2]、森脇 知哉[2]、青木 陽介[3]、青山 裕[4]、丸山 豪[5] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.秋田大学国際資源学部、3.東京大学地震研究所、4.北海道大学大学院理学研究院、5.株式会社マルテック)

[SVC38-P02] 吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動

*岡田 純[1]、松浦 茂郎[2]、近江 克也[2]、山村 卓也[2]、丹原 裕[3]、関 晋[3] (1.気象庁気象研究所火山研究部（仙台分室）、2.気象庁仙台管区気象台地震火山課、3.気象庁仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P03] 吾妻山におけるBP型・BT型地震について

*吉開 裕亮[1]、森田 裕一[2]、近江 克也[3]、丹原 裕[4]、小林 宰[1] (1.気象庁火山課、2.東京大学地震研究所、3.仙台管区気象台地震火山課、4.仙台管区気象台地域火山監視・警報センター)

[SVC38-P04] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、細粒火砕物の産状と岩石学

*丸山 照頼[1]、鈴木 由希[2] (1.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修)

[SVC38-P05] 榛名火山二ッ岳渋川噴火、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物の産状と岩石学

*鈴木 由希[1]、福島 涼人[2] (1.早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、2.早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修)

[SVC38-P06] 草津白根山の2018年の火山活動について

*小林 宰[1]、加藤 幸司[1]、末峯 宏一[1]、木村 一洋[1]、吉開 裕亮[1]、小川 康雄[2]、野上 健治[2]、神田 径[2]、寺田 暁彦[2] (1.気象庁火山課、2.東京工業大学理学部火山流体研究センター)

[SVC38-P07] 草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成

*外山 浩太郎[1]、角野 浩史[1]、川名 華織[1]、秋山 良秀[1]、大場 武[2]、谷口 無我[3]、寺田 暁彦[4] (1.東京大学　大学院総合文化研究科　広域科学専攻　相関基礎科学系、2.東海大学　理学部化学科、3.気象庁　気象研究所、4.東京工業大学　理学院火山流体研究センター)

[SVC38-P08] 本白根山における2018年噴火後の自然電位および地磁気全磁力観測

*山崎 明[1]、飯野 英樹[1]、田中 達朗[1] (1.気象庁地磁気観測所)

[SVC38-P09] 新潟焼山第3・4期噴出物の石基組織解析及び化学組成分析による噴出プロセスの検討

*吉田 巧[1]、齋藤 武士[1] (1.信州大学大学院総合理工学研究科)

[SVC38-P10] 水位変動・地震観測に基づく立山カルデラ新湯の地下構造の推定

*川口 亮平[1]、齋藤 直子[2]、鬼澤 真也[1] (1.気象研究所、2.気象庁富山地方気象台)

[SVC38-P11] Real time monitoring of underground temperature in Jigokudani, Midagahara volcano using LPWA devices

*渡辺 了[1]、西日本電信電話株式会社 富山支店[2] (1.富山大学大学院理工学研究部、2.西日本電信電話株式会社)

[SVC38-P12] 焼岳火山の山頂と1962-63年火口の噴気の化学・同位体組成

*齋藤 武士[1]、澤村 俊[2]、網田 和宏[3]、三島 壮智[4]、大沢 信二[4] (1.信州大学学術研究院理学系、2.信州大学大学院総合理工学研究科、3.秋田大学大学院理工学研究科、4.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設)

[SVC38-P13] 北八ヶ岳，横岳最新2溶岩の年代推定および横岳最新期の火山砕屑物の特徴

*新田 寛野[1]、齋藤 武士[1]、下岡 順直[2] (1.信州大学総合理工学研究科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科)

[SVC38-P14] 波形相関処理を用いた2007年御嶽山噴火日推定の試み

*西嶋 就平[1]、寺川 寿子[1]、堀川 信一郎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P15] 2007年および2014年御嶽山噴火前後に発生した山頂付近の地震活動

*山中 佳子[1]、堀川 信一郎[1]、前田 裕太[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[SVC38-P16] 傾斜計データにおける降雨及び融雪補正の効果　　－御嶽山への適用例－

*木村 一洋[1,5]、河島 克久[2]、松元 高峰[2]、佐々木 明彦[4]、伊豫部 勉[3]、宮村 淳一[1]、中橋 正樹[1] (1.気象庁地震火山部火山課、2.新潟大学災害・復興科学研究所、3.京都大学大学院工学研究科、4.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、5.新潟大学自然科学研究科)

[SVC38-P17] **2011年3月15日の静岡県東部地震による富士山周辺域のb値の空間分布への影響**

*村越 匠[1]、宮下 智成[2] (1.防衛大学校、2.航空自衛隊)

[SVC38-P18] 伊豆半島東部伊東沖の海底火山手石海丘の現状

*山中 寿朗[1]、川田 佳史[2]、野口 拓郎[3]、八田 万有美[3]、岡村 慶[3] (1.東京海洋大学、2.東北大学、3.高知大学)

[SVC38-P19] 伊豆大島最北部碁石浜におけるカルデラ形成以前の火山噴出物とその堆積年代

*寺山 怜[1]、鈴木 毅彦[1]、小林　淳[2] (1.首都大学東京都市環境科学研究科、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P20] 伊豆大島山頂付近の地震のSchusterの方法によるp値の時間変化について

*高山 博之[1] (1.気象庁気象研究所火山研究部第１研究室)

[SVC38-P21] 伊豆諸島北部、新島に分布する第四紀後期テフラの標準層序と岩石学的・地化学的特性―火山ガラスの主元素組成、斜方輝石、角閃石類の屈折率を中心に―

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、西澤 文勝[1,2]、村田 昌則[1]、石村 大輔[1]、鈴木 毅彦[1] (1.首都大学東京火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所)

[SVC38-P22] **伊豆諸島神津島火山の最新期活動におけるテフラ層序とその噴火史**

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、西澤 文勝[2]、鈴木 毅彦[1,3] (1.首都大学東京 火山災害研究センター、2.山梨県富士山科学研究所、3.首都大学東京 都市環境学部)

[SVC38-P23] 三宅島・神津島・八丈島周辺の震源分布の特徴：速度構造との関連性

*萩原 弘子[1]、渡辺 秀文[1] (1.東京都庁)

[SVC38-P24] GNSSキャンペーン観測による三宅島の地殻変動（2013年～2015年）

*渡部 陽奈[1]、松島 健[2]、福井 海世、渡邉 篤志[3]、及川 純[3]、奥田 隆[4]、小澤 拓[5]、宮城 洋介[5] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.東京大学地震研究所、4.名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター 、5.防災科学技術研究所)

[SVC38-P25] 伊豆諸島御蔵島で確認されたテフラの記載岩石学的特徴

*田野 智大[1]、鈴木 毅彦[1,2]、小林 淳[2]、村田 昌則[2] (1.首都大学東京都市環境科学部、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[SVC38-P26] Pseudo thermal anomalies in the shortwave infrared bands of the Himawari-8 AHI and their correction for volcano thermal observation

*金子 隆之[1]、安田 敦[1]、吉崎 徳人[2]、高崎 健二[3]、本多 嘉明[4] (1.東京大学地震研究所、2.気象庁気象衛星センター、3.水産研究・教育機構、4.千葉大学 環境リモートセンシング研究センター)

[SVC38-P27] 臨時地震観測と広帯域MT観測による雲仙火山浅部で発生する火山性地震の研究

*橋本 匡[1]、相澤 広記[2]、松島 健[2]、清水 洋[2]、林田 祐人[1]、湯浅 雄平[1]、塚本 果織[1]、山本 有人[3]、宮野 幹大[3]、神薗 めぐみ[1]、松本 聡[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学理学部地球惑星科学科)

[SVC38-P28] 雲仙火山浅部で発生する火山性地震の波形の特徴

*宮野 幹大[1]、清水 洋[2]、松島 健[2]、松本 聡[2]、相澤 広記[2]、橋本 匡[3]、林田 祐人[3]、湯浅 雄平[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC38-P29] 雲仙普賢岳北東麓立野地区で見られる火砕物露頭と層序

*長井 大輔[1] (1.雲仙岳災害記念館)

[SVC38-P30] 相対重力計で観測された熊本県阿蘇地域における重力変化（2015-2018）

*宮内 佑典[1]、風間 卓仁[1]、福田 洋一[1]、吉川 慎[2]、大倉 敬宏[2]、西島 潤[3]、藤光 康宏[3] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学火山研究センター、3.九州大学大学院工学研究院)

[SVC38-P31] 阿蘇火山における水準測量2018

*大倉 敬宏[1]、吉川 慎[1]、井上 寛之[1]、横尾 亮彦[1]、宇津木 充[1]、山本 圭吾[2]、内田 和也[4]、前田 裕太[5]、堀川 信一郎[5]、松廣 健二郎[5]、奥田 隆[5]、田ノ上 和志[5]、木股 文昭[7]、村瀬 雅之[6]、森 済[6]、三島 壮智[3]、小松 信太郎[2]、高谷 真樹[3]、及川 純[8]、石井 杏佳[3]、宮内 佑典[3]、木村 育磨[3]、内田 雅喜[3]、仲井 一穂[3]、瀧下 恒星[3]、千葉 慶太[4]、橋本 匡[4]、神谷 義之介[4]、山本 有人[4] (1.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター、2.京都大学防災研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.九州大学大学院理学研究院、5.名古屋大学大学院環境学研究科、6.日本大学文理学部、7.東濃地震科学研究所、8.東京大学地震研究所)

[SVC38-P32] 斜長石斑晶の化学組成から読み解く阿蘇カルデラ形成噴火第３サイクルにおけるマグマ進化

*松木田 悠希[1]、飯塚 毅[1]、牛久保 孝行[2]、清水 健二[2]、下司 信夫[3]、宮城 磯治[3]、浜田 盛久[2] (1.東京大学、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SVC38-P33] 噴火微動の継続時間と噴出量の関係

*森 亜津紗[1]、熊谷 博之[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻)

[SVC38-P34] 2018年3月の新燃岳噴火に伴う地殻変動

*渡部 豪[1]、横田 崇[1]、倉橋 奨[1]、榎本 賢大[1] (1.愛知工業大学)

[SVC38-P35] GNSS観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SVC38-P36] GNSSデータによる姶良カルデラ周辺の広域上下変動

*仲井 一穂[1]、井口 正人[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所附属火山活動研究センター、3.京都大学大学院理学研究科火山研究センター)

[SVC38-P37] 水準測量によって測定された桜島火山の地盤上下変動（2017 年11 月～2018 年11 月）

*山本 圭吾[1]、松島 健[2]、吉川 慎[3]、井上 寛之[3]、園田 忠臣[1]、瀧下 恒星[1]、仲井 一穂[1]、内田 雅喜[3]、大柳 諒[3]、神谷 義之介[2]、大倉 敬宏[3] (1.京都大学防災研究所、2.九州大学理学研究院、3.京都大学理学研究科)

[SVC38-P38] 繰り返し相対重力観測で明らかになった桜島火山における1990年代以降の重力時空間変化

*大柳 諒[1]、風間 卓仁[1]、山本 圭吾[2]、大島 弘光[3]、岡田 和見[3]、園田 忠臣[2]、井口 正人[2] (1.京都大学理学研究科、2.京都大学防災研究所、3.北海道大学地震火山研究観測センター)

[SVC38-P39] UAVを用いた噴火中の桜島火山の火口内状況把握

*三浦 俊介[1]、望月 拓実[1]、藤田 浩司[1]、浦山 利博[1]、佐々木 寿[1]、千葉 達朗[1] (1.アジア航測株式会社)

[SVC38-P40] **Seismic refraction and wide-angle reflection experiment in southern Kyushu, Japan: (3) the 2018 exploration report**

*宮町 宏樹[1]、高橋 浩晃[2]、青山 裕[2]、大園 真子[2]、椎名 高裕[6]、髙田 真秀[2]、一柳 昌義[2]、山口 照寛[2]、薄田 悠樹[2]、齊藤 一真[2]、伊藤 ちひろ[2]、村井 芳夫[2]、中垣 達也[2]、筒井 智樹[3]、竹井 瑠一[3]、多田 悠也[3]、山本 希[4]、平原 聡[4]、中山 貴史[4]、東 龍介[4]、鈴木 秀市[4]、佐藤 利典[5]、蔵下 英司[6]、安藤 美和子[6]、田中 伸一[6]、池澤 賢志[6]、山田 知朗[6]、中東 和夫[7]、前田 裕太[8]、堀川 信一郎[8]、松廣 健二郎[8]、奥田 隆[8]、辻 修平[8]、十川 直樹[8]、片尾 浩[9]、澁谷 拓郎[9]、三浦 勉[9]、中川 潤[9]、米田 格[9]、為栗 健[9]、瀧下 恒星[9]、仲井 一穂[9]、山下 裕亮[9]、松島 健[10]、内田 和也[10]、宮町 凛太郎[10]、八木原 寛[1]、平野 舟一郎[1]、久保 武史[1]、坂尾 健有[1] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.北海道大学大学院理学研究院、3.秋田大学国際資源学部、4.東北大学大学院理学研究科、5.千葉大学大学院理学研究院、6.東京大学地震研究所、7.東京海洋大学学術研究院、8.名古屋大学大学院環境学研究科、9.京都大学防災研究所、10.九州大学大学院理学研究院)

[SVC38-P41] 幸屋火砕流の流動・堆積機構

*鈴木 桂子[1]、中岡 礼奈[1]、山根 朋己[2] (1.神戸大学 海洋底探査センター、2.神戸大学大学院理学研究科)

[SVC38-P42] 開聞岳南方海域の崩れ地形の成因を海底地形とマルチチャンネル反射波地震探査から探る

*山口 寛登[1]、清水 賢[2]、井和丸 光[2]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、堀内 美咲[3]、松野 哲男[2,3]、巽 好幸[2,3] (1.神戸大学理学部惑星学科、2.神戸大学海洋底探査センター、3.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

[SVC38-P43] 口永良部島火山2018-19年噴火降下火砕物の産状と分布

*長井 雅史[1]、中川 正二郎[2]、入山 宙[1]、三輪 学央[1]、棚田 俊收[1]、上田 英樹[1]、中田 節也[1] (1.防災科学技術研究所 火山防災研究部門、2.屋久島地学同好会)

[SVC38-P44] ALOS-2/PALSAR-2干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動

*谷口 隆文[1]、影山 勇雄[1]、奥山 哲[2]、安藤 忍[2] (1.気象庁、2.気象研究所)

[SVC38-P45] **Volcano-hydrothermal inflation revealed by the spatial variation of stress field at the Tatun Volcano Group, northern Taiwan**

*Hsin-Chieh Pu[1]、Cheng-Horng Lin[2,3,4,5]、Ya-Ju Hsu[2]、Li-Chin Chang[3] (1.Central Weather Bureau, Taiwan, ROC.、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC.、3.Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan, ROC.、4. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, ROC.、5.National Center for Research on Earthquake Engineering, National Applied Research Laboratories, Taipei, Taiwan, ROC.)

[SVC38-P46] インドネシア・クラカタウ火山の2018年12月噴火に伴う地形変化と地殻変動

*矢来 博司[1]、小林 知勝[1]、山田 晋也[1] (1.国土地理院)

反射法地震探査による有珠昭和新山屋根山の構造
The structure of Showa-Shinzan Yaneyama Usu by seismic reflection surveys

*竹井 瑠一[1]、筒井 智樹[1,2]、多田 悠也[2]、森脇 知哉[2]、青木 陽介[3]、青山 裕[4]、丸山 豪[5]
*Ryuichi Takei[1], Tomoki Tsutsui[1,2], Yuya Tada[2], Tomoya Moriwaki[2], Yosuke Aoki[3], Hiroshi Aoyama[4], Go Maruyama[5]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 秋田大学国際資源学部、3. 東京大学地震研究所、4. 北海道大学大学院理学研究院、5. 株式会社マルテック
1. Graduate School of International Resource Sciences, The University of Akita, 2. Faculty of International Resource Sciences, The University of Akita, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Graduate school of Science, The University of Hokkaido, 5. Marutec Co., Ltd.

有珠昭和新山屋根山で反射法地震探査を行い, 溶岩ドーム基部の浅部構造を推定した. 有珠昭和新山は1943-1945年に形成された若い火山である. 頂部標高がおよそ406.9mの溶岩ドーム構造と屋根山と呼ばれる饅頭型の台地から成るのが特徴である. 昭和新山ではこれまで様々な物理的探査手法や地質調査が行われており, その形成過程やマグマの供給経路について議論されてきた. しかし屋根山の詳細な構造については未解明な部分が多い.

本研究では2017, 2018両年にそれぞれ2測線の計4測線の観測を行い, データを取得した. 測線は溶岩ドーム東側ではほぼ東西方向に2測線(Y17, Y18), 溶岩ドーム南西側のグレン谷で2測線(G17, G18)を設けた. 2017年測線(Y17, G17)ではどちらも受振点は24ポイントで6.3kgのハンマーを震源とした. 2018年測線(Y18, G18)はどちらも受振点は48ポイントで三笠産業製のタンピングランマー(MT-55L)を震源とした. 測線の展開方式はすべてsplit-spread方式を採用した. 受振器間隔はY測線では4m, G測線では3mとした. 得られた波形記録の反射法地震探査解析処理にはSU(Seismic Un*x)を用いた. タンピングランマーを震源とした場合には, 反射法解析を行う為に”SOSIE”という原理に基づき前処理が必要である (横倉ほか, 1983).

すべての測線で反射断面および時間断面を得た. 特に, G18測線では深さ約100mまでの反射断面を得ることができ, 深さ80m程度まで測線中央に向かって深くなっている緩やかな谷底のような構造が確認できた. また深さ100m程には, ほとんど水平と思われる境界が表れている.

今後は屈折トモグラフィー解析を行うとともに, 既往データとの比較を行うなどの統合解析の実施を検討している.

キーワード：反射法地震探査、昭和新山
Keywords: Seismic reflection survey, Showa-Shinzan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動
Ground deformation associated with the 2014-2015 and the 2018-2019 volcanic activities at Azumayama

*岡田 純[1]、松浦 茂郎[2]、近江 克也[2]、山村 卓也[2]、丹原 裕[3]、関 晋[3]
*Jun Okada[1], Shigeo Matsuura[2], Katsuya Ohmi[2], Takuya Yamamura[2], Yu Nihara[3], Susumu Seki[3]

1. 気象庁気象研究所火山研究部（仙台分室）、2. 気象庁仙台管区気象台地震火山課、3. 気象庁仙台管区気象台地域火山監視・警報センター
1. Volcanology Research Department (Sendai Office), Meteorological Research Institute, JMA, 2. Seismology and Volcanology Division, Sendai Regional Headquarters, JMA, 3. Regional Volcanic Observation and Warning Center, Sendai Regional Headquarters, JMA

吾妻山は、東北日本弧の火山フロント上に位置する玄武岩～安山岩質の活火山である。有史以降の噴火は、一切経山大穴火口とその周辺で発生しており、水蒸気噴火が主体である。1977年12月を最後に以後40年以上噴火は発生していないが、近年、様々な火山現象が観測によって捉えられている。2003-2009年におよそ2-3年の周期でみられた大穴火口付近の局所的な膨張と収縮は、それぞれ地震回数の多い時期と少ない時期に対応し、その変動源は大穴火口直下に求まる（吉田・他、2012）。これは、山崎・他（2010）による熱消磁源の位置にほぼ一致している。また、2008-2011年に大穴火口で噴気活動が活発化した際には、植木・他（2010）が単色地震の活動が活発化したことを報告しており、周波数解析から水蒸気噴火の温床となる浅部熱水系の特徴が明らかにされつつある（鳥本、2016）。より近年では、2014-2015年及び2018-2019年に火山活動が活発化し、気象庁は、それぞれ2014年12月及び2018年9月に火口周辺警報を発表し、噴火警戒レベルを1から2へ引き上げた。両者の活動では、地震活動や熱活動の活発化とともに、数か月単位で継続する山体膨張が傾斜計やGNSS連続観測などによって捉えられた。

2014-2015年の活動では、浄土平の傾斜計で2014年7月下旬から西上がりの変化が観測され、GNSS連続観測では2014年9月頃から一切経山付近の膨張を示唆する変化が見られ始めた。地震活動は、これらの地殻変動に呼応するように10月頃から始まり、12月から翌年1月中旬頃にかけて活発化した。一方、2018-2019年の活動では、浄土平の傾斜計で2018年5月頃から緩やかな西上がりの変化が見られ始め、7月22日の火山性微動発生以後はその変動率を上げて推移している（2019年2月時点）。GNSS連続観測でも、2018年5月頃から山体の膨張を示す変化が見られている。また、地震活動は、2018年8月中旬頃から増減を繰り返しながら活発化し、地震回数は2019年に入ってもやや多い状態で経過している（2019年2月時点）。

2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動は、ともに地震活動の活発化に先行して始まる膨張性の変動であり、傾斜変化は数カ月以上、ほぼ同じ方向と変化率を保ったまま推移するなど、強い類似性が認められる。一方、いくつかの相違点も指摘できる。2018-2019年の活動は、(1) 2014-2015年の活動と比べ火山性微動の発生回数が多く、(2) 2018年7月22日の火山性微動発生とそれ伴う比較的大きな傾斜変化（浄土平観測点で1μrad程度）が直接のきっかけとなって始まった可能性があり、(3) 7月22日を含むいくつかの火山性微動の発生時に、隣の安達太良山の山腹に設置している傾斜計で大穴火口方向が下がる変化が明瞭に観測されているという特徴をもつ。これらの事実は、2014-2015年と2018-2019年の火山活動の地下のプロセスの違いを示しているかもしれない。また、もし、(3)の傾斜変化を吾妻山の深部での収縮と仮定するならば、大穴火口周辺で生じている膨張現象は、深部マグマ溜まりから浅部熱水系への高温の火山性流体（火山ガスなど）の間欠的な注入によってトリガーされている可能性があり、2018年7月下旬頃に始まった火山ガスの組成比（SO_2/H_2S）の上昇やその後の大穴火口周辺での地熱域の拡大など他の観測事実も説明可能である。

キーワード：吾妻山、地殻変動、GNSS、傾斜計、火山性地震

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Azumayama, deformation, GNSS, tiltmeters, volcanic earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

吾妻山におけるBP型・BT型地震について
BP-type and BT-type volcanic earthquakes in Azumayama

*吉開 裕亮[1]、森田 裕一[2]、近江 克也[3]、丹原 裕[4]、小林 宰[1]
*Yusuke Yoshigai[1], Yuichi Morita[2], Katsuya Ohmi[3], Yu Nihara[4], Tsukasa Kobayashi[1]

1. 気象庁火山課、2. 東京大学地震研究所、3. 仙台管区気象台地震火山課、4. 仙台管区気象台地域火山監視・警報センター
1. Volcanological Division, Japan Meteorological Agency, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Seismology and Volcanology Division, Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency, 4. Regional Volcanic Observation and Warning Center, Sendai Regional Headquarters, Japan Meteorological Agency

山形県と福島県の県境に位置する吾妻山では，2018年７月22日に火山性微動が発生し，浄土平総合観測点（大穴火口の東南東約１km）の傾斜計では火口方向上がりの変動が顕著となった．火山性地震は８月以降増減を繰り返しながらも多い状態であり，火山活動が活発な状態が継続している．気象庁では，９月13日に火口周辺警報を発表し，噴火警戒レベルを１（活火山であることに留意）から２（火口周辺規制）に引き上げた．

大穴火口周辺では主に高周波成分が卓越するBH型，低周波成分が卓越するBL型，ハーモニックな波形を持つBP型・BT型の火山性地震が発生している．火山性地震は概ね大穴火口付近の深さ１km以浅で発生する．

2018年７月から10月にかけてはBH型地震が主に発生し，11月になるとBL型地震やBP型・BT型地震の割合が若干増加した．その後，BL型地震の割合は減少したが，BP型・BT型地震の割合はさらに増加し，火山性地震に占めるBP型・BT型地震の割合が11月には25%，12月以降は40～50%と現在も多い状態となっている．2018年７月以降に発生したBP型・BT型地震は，2010年から2011年にかけて発生したBP型・BT型地震で見られた，単一な周波数ピークを持つ減衰振動の他，複数の周波数ピークを持つ減衰振動，波の立ち上がり付近に高周波なイベントを伴うものや近接する周波数ピークにより共鳴しているもの等様々なタイプが発生しており，卓越周波数の系統的な変化はみえない．本発表では，2018年７月以降に発生したBP型・BT型地震について，波形の形や振幅比等に着目した結果を紹介する．

本調査は，東京大学地震研究所と気象庁地震火山部の間の地震・火山防災研究分野における連携・協力に関する協定の下，東京大学地震研究所の設備を利用し，地震研究所の皆様と議論させて頂きました．関係の皆様に謝意を表します．

キーワード：吾妻山、火山性地震、N型地震
Keywords: Azumayama, Volcanic Earthquake, N-type Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名火山二ッ岳渋川噴火、細粒火砕物の産状と岩石学
The occurrence and petrology of the fine-grained pyroclastic materials of the Futatsudake-Shibukawa eruption in Haruna volcano.

*丸山 照頼[1]、鈴木 由希[2]
*Teruyoshi Maruyama[1], Yuki Suzuki[2]

1. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, School of Education , Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University

榛名火山は、東北日本弧最南端に位置する第四紀複合成層火山である。榛名火山の約50万年間の活動を、下司・竹内 (2012) は約20万年間の活動休止期を挟む、古期榛名火山 (500-240ka) と新期榛名火山(45ka-) に分類した。榛名火山の最新の活動は二ッ岳において発生した渋川噴火（5世紀後半～6世紀初頭）と伊香保噴火（6世紀後半～7世紀初頭）である（年代は下司・大石 (2011) によるもの）。早田（1989）で記載された2つの噴火の堆積物の層相を参考にすると、渋川噴火では溶岩ドームの爆発的破壊によって火砕流が発生し、伊香保噴火では噴煙柱の崩壊により火砕流が発生したものと考えられる。Suzuki and Nakada (2007) は、二ツ岳伊香保噴火について詳細な岩石学的検討を実施した。マッシュ状の珪長質マグマに苦鉄質マグマが注入し、マッシュ状の珪長質マグマの一部が混合マグマや加熱された珪長質マグマとなったこと、さらに、これらが火道を開栓することで、残りのマッシュ状マグマも噴出するに至ったことが示された。しかし、二ッ岳渋川噴火に対するマグマ供給系および噴火誘発過程を議論した岩石学的研究はない。したがって本研究では渋川噴火のマグマ供給系、並びに、噴火誘発過程の理解を目的として、噴出物の全岩組成分析および薄片記載を行った。特に本研究では、噴火の推移および噴火に関わったマグマの時間変化を明らかにするため、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物ではなく、細粒火砕堆積物を研究対象とした。

榛名火山北東麓～東麓の4露頭（はるな平和墓苑東方、軽浜、水沢南、有馬）から渋川噴火の細粒火砕堆積物のサンプル採取を行った。いずれの露頭も、早田 (1989) によって示された厚い火砕流（ブロック・アンド・アッシュ・フロー）の分布域の縁辺に存在している。したがって本研究の研究露頭は、流走する火砕流より、火砕サージ堆積物が供給されるような地域 (Fujii and Nakada, 1999) に位置しているといえる。はるな平和墓苑東方、軽浜、有馬の露頭では基底部もおさえることができた。露頭において層相により、複数のユニットに区分した。採取したサンプルに含まれる本質軽石は白色、淡灰色、灰色の3種類の色彩を呈していた。サンプルに含まれる22個の本質軽石に対して全岩組成分析を行った結果、SiO_2＝60.7-61.9 wt.%であり、軽石は珪長質安山岩だと分かった。全岩組成分析を行った軽石試料から選別した10試料の軽石と、軽浜の露頭の下位ユニットから採取した火山灰1試料に対して薄片作成と薄片記載を行った。全岩組成分析の行えるサイズの軽石だけでは、基底部から上位層に向けてのマグマ組成の変化を議論できないため、火山灰試料の検討が必要である。軽石薄片の全試料において、斑晶組み合わせは斜長石、角閃石、斜方輝石、鉄チタン酸化物であった。これらの斑晶は、集斑晶として共存しているので、晶出時には平衡状態にあったといえる。火山灰薄片からは遊離結晶（斜長石、角閃石、斜方輝石）、軽石粒子、溶岩粒子が見られた。軽石薄片と火山灰薄片の全試料において、汚濁帯を呈する斜長石が確認できたことから、噴火に関わったマグマは、高温マグマとの混合またはそれによる加熱を経た可能性が高い。また、どちらの試料からも高温マグマ由来の結晶の存在が確認できなかったことから、高温マグマとの混合を経た場合、高温マグマは無斑晶質のマグマであったことが分かる。軽石試料は、色彩の相違に関わらず、全岩組成と斑晶組み合わせが等しいことから、それぞれを形成したマグマはマグマ溜まり内では均質であったと考えられる。灰色軽石の全5試料のうち、4試料から、石基結晶および分解縁を持つ角閃石が確認できたことから、灰色軽石を形成したマグマは白色軽石を形成したマグマとは異なる上昇過程を経たことが考えられる。

鈴木・福島（2019；本大会）は、榛名山東麓の渋川噴火のブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物に含まれる軽石に対して岩石学的研究を行っている。全岩組成はSiO_2=60.6-61.6wt.%であり、細粒火砕物に含

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

まれる軽石の全岩組成に近い。また斑晶組み合わせや斜長石の汚濁帯や角閃石の分解縁といった斑晶の組織が等しいことから、2つの堆積物を形成したマグマはマグマだまりでは均質であった可能性が高いことがわかった。噴出直前までこの2つを形成したマグマが同一だった場合、火砕流が榛名山北東麓～東麓を流れる河谷を流れ下る際に、岩塊流と火砕サージに分かれた。その結果、河川からの距離によってブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物と細粒火砕堆積物の異なる産状が形成されたと考えられる。

キーワード：榛名火山、ブロック・アンド・アッシュ・フロー、火砕サージ、マグマ混合、高温マグマによる加熱、噴火誘発
Keywords: Haruna volcano, Block and ash flow, Pyroclastic surge, Magma mixing, Heating from hotter magma, Eruption trigger

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

榛名火山二ッ岳渋川噴火、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物の産状と岩石学

The occurrence and petrology of the block and ash flow deposit from the Futatsudake-Shibukawa eruption, Haruna volcano

*鈴木 由希[1]、福島 涼人[2]
*Yuki Suzuki[1], Ryouto Fukushima[2]

1. 早稲田大学, 教育・総合科学学術院, 地球科学専修、2. 早稲田大学, 教育学部, 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts of Sciences, Waseda University, 2. Department of Earth Sciences, School of Education, Waseda University

榛名火山は東北日本弧の最南端に位置する活火山である。 最新の活動は二ッ岳において発生した渋川噴火（5世紀後半～6世紀初頭）と伊香保噴火（6世紀後半～7世紀初頭）である（年代は下司・大石 (2011)）。早田（1989）の記載した火砕物の層相を参考にすると、渋川噴火（0.4 DRE km^3 ）では溶岩ドームの爆発的破壊により火砕流が発生し、伊香保噴火（0.99 DRE km^3）では噴煙柱の崩壊により火砕流が発生したといえる（噴出量は山元（2013））。Suzuki and Nakada (2007)は伊香保噴火を検討し、マッシュ状の珪長質マグマに高温マグマが注入し、その結果発生した低粘性のマグマ（加熱を受けた珪長質マグマと混合マグマ）が火口を開栓し、マグマ溜りに残っていたマッシュ状マグマも噴出するという噴火誘発モデルを提案した。同じ火口から最短で数十年前に発生していた渋川噴火も、共通のマグマ供給系が源となっている可能性が高い。そこで2噴火の準備過程を連続した視点で読み解くことが不可欠である。

渋川噴火の露頭は、ブロック・アンド・アッシュ・フロー（BAF）堆積物が主体の露頭（本発表）と、水蒸気爆発や火砕サージに由来する細粒火砕物の露頭（丸山・鈴木, 2019；本大会）に大別される。河谷に近い位置にBAF堆積物の露頭が、遠ざかった位置に細粒火砕物の露頭が存在する。渋川噴火のBAF堆積物には比較的大型の本質軽石ブロック（～30cm）が含まれる特徴がある。そのため最大でも火山礫サイズの軽石のみが含まれる細粒火砕堆積物に比べ、全岩組成分析等において有利である。本研究では、榛名山北東麓の大輪川沿い（中野）と登沢川沿い（下川島）、南東麓の榛名白川沿い（松之沢・西明屋）の合計4露頭にて、調査及びサンプリングを実施した。北東麓では黒ボク土を挟んで上位に二ツ岳伊香保噴火の降下軽石が存在することで、渋川噴火の産物であることが確認できた。南東麓のBAF堆積物は、従来、45kaの榛名カルデラ噴火の産物と考えられていた。しかし下司・大石（2011）の炭素14年代測定により渋川噴火のものと判明した。BAF堆積物は狭在する火山灰層により複数のユニットに分割できる場合もあった（全面露頭であった中野・下川島など）。本質ブロックは、どの露頭・ユニットでも、白色・灰色・濃灰色に分類された。色彩の異なる部分が縞状に分布していたり、あるいは不規則に混在しているブロックも確認された。

ブロックが比較的新鮮であった（西明屋を除く）3露頭から、色彩を網羅する合計21試料を検討した。東大地震研にて外西・他（2015）の方法で全岩組成を分析したところSiO_2量が60.6-61.7wt%と非常に均質で珪長質安山岩であった。さらに北東麓と南東麓とで、全岩組成に系統差がないことも判明した。雲仙1991-1995年噴火では噴出マグマの組成に時間変化があり、しかも火砕流の流下方向に時間変化があった（Nakada and Motomura, 1999）。今回のデータの範囲では、渋川噴火について、組成と流下方向の時間変化を示す関係は見られない。軽石の色彩を網羅する6試料について薄片を作成し、記載岩石学的特徴を予察的に検討した。斑晶鉱物として角閃石、斜方輝石、斜長石、石英、Fe-Ti酸化物を確認した。石英は8薄片に1粒子しか存在せず非常に希である。石英を除き、斑晶は互いに集斑晶を形成しており平衡晶出したと推測される。斜長石のリムには汚濁帯が観察され、噴火直前にメルトが未分化になったことを示す。メルトを未分化にするプロセスとして、高温マグマとの混合か、高温マグマによる加熱の可能性が挙げられる。マグマ混合が起きたのであれば、高温マグマは無斑晶質であったと考えられる。軽石の色彩により、全岩組成や斑晶組み合わせが変化しないことから、色の差は石基結晶量の相違（Gardner *et al.*, 1998）によりもたらされた可能性が高い。角閃石の分解縁も、濃灰色のブロックのみで観察された。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Suzuki and Nakada (2007)によると、伊香保噴火の初期には加熱された珪長質端成分マグマが、中盤には加熱も受けていない珪長質端成分マグマが、両者とも白色軽石（60～62 wt.% SiO_2）として噴出している。白色軽石は角閃石、斜方輝石、斜長石、Fe-Ti酸化物の斑晶を含んでいる。以上のことから、渋川噴火と伊香保噴火では、互いによく似た珪長質マグマが活動した可能性が高い。伊香保噴火では、苦鉄質マグマの混合の明らかな噴出物（灰色軽石や溶岩、～57.5 wt.% SiO_2）が確認されている。2噴火で共通の珪長質マグマが活動したのなら、渋川噴火の噴出物の生成における高温マグマの混合比は（仮に起きていても）非常に小さかったということになる。今後、渋川噴火の噴火誘発過程を詳しく調べることはもちろんのこと、伊香保噴火の珪長質マグマ由来の斑晶に、噴火の数十年前の高温マグマによる加熱・混合の影響が残っているのか調べてみる必要がある。

キーワード：榛名火山、ブロック・アンド・アッシュ・フロー堆積物、マッシュ状珪長質マグマ、噴火誘発、マグマ混合、高温マグマによる 加熱
Keywords: Haruna volcano, Block and ash flow deposit, Mush-like felsic magma , Eruption trigger, Magma mixing, Heating from hotter magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草津白根山の2018年の火山活動について
Report of Volcanic Activity at Kusatsu-Shiranesan in 2018

*小林 宰[1]、加藤 幸司[1]、末峯 宏一[1]、木村 一洋[1]、吉開 裕亮[1]、小川 康雄[2]、野上 健治[2]、神田 径[2]、寺田 暁彦[2]
*Tsukasa Kobayashi[1], Koji Kato[1], Koichi Suemine[1], Kazuhiro Kimura[1], Yusuke Yoshigai[1], Yasuo Ogawa[2], Kenji Nogami[2], Wataru Kanda[2], Akihiko Terada[2]

1. 気象庁火山課、2. 東京工業大学理学部火山流体研究センター
1. Volcanological Division, Japan Meteorological Agency, 2. Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

草津白根山は群馬県北西部にある活火山で，気象庁の常時観測火山のひとつである．南東側に低くなる第三紀火山岩からなる基盤山地上に，非対称に成長した安山岩･デイサイトの成層火山で，西端部の最高所付近に白根山・逢ノ峰・本白根山等の火砕丘群が南北に並んでいる．最新のマグマ噴火は約3000年前に発生しており，有史以降の噴火は1902年の弓池付近までを含む白根山山頂周辺，および本白根山付近で起き，近年の噴火活動はすべて水蒸気爆発である．

草津白根山では，2018年に入って，１月には本白根山が噴火し，4月以降は、湯釜付近の地震活動が活発化するなど，活動の高まりがみられている．本発表では，2018年の草津白根山の火山活動について紹介する．

草津白根山の本白根山では，2018年1月23日10時02分に，水蒸気噴火が発生した．噴火開始前の09時59分から火山性微動が発生し，東京工業大学が湯釜付近に設置している傾斜計でも南方が上昇する傾向の傾斜変動が観測された．10時02分頃，低周波地震発生とともに，傾斜変動は，湯釜からみて南方向が下がるセンスに転じた．

噴火発生後，鏡池北火口付近ごく浅部を震源とするごく微小な火山性地震（BH型地震）が多発したが，徐々に減少していった．

そういった中，2018年４月下旬に，湯釜付近浅部を震源とする地震が急増し,その後，湯釜付近に設置している傾斜計で湯釜付近浅部の膨張を示す地殻変動が観測されはじめた．また，地磁気観測では，熱消磁を示す全磁力変化が４月頃より観測された．

9月上旬には，地震活動はやや低下し、傾斜変動も鈍化する傾向がみられたものの，9月28日に，再び，湯釜付近浅部を震源とする地震が急増し，傾斜計でも，4月と同様の地殻変動が再び観測されだした．その後，地震活動は低下したもの，2019年１月においても継続している．

草津白根山周辺の広域のGEONET日座標値（F3解）に、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の余効変動、季節変動、各観測点の共通変動除去などを行い、気象庁のGNSS観測点の解析結果と結合した結果，2014年から2015年にかけて地震活動が高まった時期に，草津白根山の北西の深部膨張を示唆する解析結果が得られ，類似した変化が2018年に入ってから，幾つかの観測点で確認できる．

謝辞:気象庁地磁気観測所には，全磁力連続観測による全磁力値の解析データを提供頂きました．ここに御礼申し上げます．

キーワード：草津白根山、水蒸気噴火、地震活動、地殻変動、地磁気全磁力変化
Keywords: Kusatsu-Shiranesan, phreatic explosion, earthquake activity, ground deformation, variation of geomagnetic total intensity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成
Noble gas isotope composition of fumaroles and hydrothermal gases around Kusatsu-Shirane volcano

*外山 浩太郎[1]、角野 浩史[1]、川名 華織[1]、秋山 良秀[1]、大場 武[2]、谷口 無我[3]、寺田 暁彦[4]
*Kotaro Toyama[1], Hirochika Sumino[1], Kaori Kawana[1], Yoshihide Akiyama[1], Takeshi Ohba[2], Muga Yaguchi[3], Akihiko Terada[4]

1. 東京大学　大学院総合文化研究科　広域科学専攻　相関基礎科学系、2. 東海大学　理学部化学科、3. 気象庁　気象研究所、4. 東京工業大学　理学院火山流体研究センター
1. Department of Basic Science, Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo, 2. Department of chemistry, School of Science, Tokia University, 3. Meteorological Research Institute, 4. Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

Mount Kusatsu-Shirane, an active stratovolcano consisting of three pyroclastic cones (from north to south, Mt. Shirane, Mt. Ainomine, and Mt. Motoshirane) erupted on 23 January 2018 at Mt. Motoshirane. This eruption was a phreatic eruption, which often occur without magma movement. Therefore, there is no or very small precursor geophysical signals. In contrast, the chemical and isotopic compositions of volcanic gases can change reflecting pressure rise of a gas reservoir which caused the phreatic eruption. Especially, helium isotope ratio ($^3He/^4He$) is regarded as a useful tracer for the volcanic activity, because it exhibits unique values corresponding to the origin (e.g., 7-8 Ra in the mantle and < 0.1 Ra in the curst, where 1 Ra denotes atmospheric $^3He/^4He$ ratio of 1.4×10^{-6} [1]). Some studies have reported pre-eruptive $^3He/^4He$ anomalies, suggesting the increase of supply of the magmatic helium into the hydrothermal system preceding eruption [2,3].

We report the noble gas (He, Ne, Ar) isotopes of fumaroles and hot-spring gases collected from 9 sites around Kusatsu-Shirane volcano during 2014 and 2018. The measured $^3He/^4He$ ratios were corrected for atmospheric contamination based on $^4He/^{20}Ne$ ratios. The air-corrected $^3He/^4He$ ratio of Sesshogawara fumarole, located on 2 km east of the 2018 phreatic vent, had been constant at 7.0-7.5 Ra during 2014 and 24 January 2018, and dropped to 6.5 Ra on 13 February 2018. The $^3He/^4He$ ratio increased to 7.6 Ra on 21 May 2018 and has been constant at about 7.5 Ra. The $^3He/^4$ He ratios of bubbling gases of Kusatsu-Yubatake hot spring, which located on 5 km east of the 2018 phreatic vent, had been constant at 6.5-6.9 Ra during 2014 and 12 February 2018, decreased to 6.0 Ra on 3 June 2018, and then increased to 7.5 Ra on 6 August 2018. The $^3He/^4$ He ratios of Hoshimata fumarole, which located on 3 km west of the 2018 phreatic vent, increased from 6.2 Ra to 7.3 Ra during 2 March 2018 and 19 June 2018. The trends observed in these sites seem to be associated with the 2018 eruption with different time lags, which may reflect the migration distance from the 2018 phreatic vent to the sites.

In Kusatsu-Shirane area, two hydrothermal reservoirs, one of which is located beneath Yugama crater of Mt. Shirane and the other is located beneath Mt. Motoshirane (between Ainomine and Mt. Motoshirane), have been proposed [4]. The $^3He/^4He$ ratios (7.2-8.1 Ra) of Kitagawa fumaroles on the northern flank of Mt. Shirane near the Yugama crater, may reflect the values of the gases derived from the hydrothermal reservoir beneath Mt. Shirane. On the other hand, the lower $^3He/^4He$ ratios observed in Sesshogawara, Kusatsu-Yubatake and Hoshimata after the eruption may result from another contribution from a reservoir having lower $^3He/^4He$ ratios (less than 6.5 Ra), which could be attributed to the hydrothermal reservoir beneath Mt. Motoshirane. The reservoir beneath Mt. Motoshirane may be enriched in radiogenic ^4He derived from the crust, because Mt. Motoshirane has not erupted for last 1500 years [5].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

It has been proposed that the 2018 eruption was caused by sealing of gas pathway from magma to the hydrothermal reservoir beneath Mt. Shirane [4]. This would result in decrease of supply of magmatic gas with high $^{3}He/^{4}He$ ratio to Sesshogawara, Kusatsu-Yubatake, and Hoshimata. Therefore, the low $^{3}He/^{4}He$ ratios observed in these sites after the 2018 eruption may reflect relative increase of the contribution of gas supplied from the Mt. Motoshirane hydrothermal reservoir. In contrast, the high and relatively constant $^{3}He/^{4}He$ ratios at all of the sites since August 2018 suggest that the gas from the reservoir beneath Mt. Shirane is dominant. Ohba et al. [4] proposed that supply of magmatic gas to the Mt. Motoshirane reservoir increased before the eruption as a result of the sealing of gas pathway from magma to the Mt. Shirane reservoir, and that it caused high fluid pressure of the reservoir and subsequent phreatic eruption at Mt. Motoshirane. This implies that $^{3}He/^{4}He$ ratio of the Mt. Motoshirane reservoir also increased from a lower value to a higher value less than 6.5 Ra before the eruption. Although further study is necessary to constrain $^{3}He/^{4}He$ ratios of the reservoirs, the remarkable temporal $^{3}He/^{4}He$ variation after the eruption can be accounted for by the change in mixing ratio of the gases from the two reservoirs.

References: [1] Ozima and Podosek (2002) Noble Gas Geochemistry.; [2] Padrón et al. (2013) Geol.; [3]Paonita et al. (2016) Geol.; [4]Ohba et al. (2018) JpGU2018, SVC41-38.; [5]Nigorikawa et al. (2016) JpGU, SVC48-11.

キーワード：希ガス、火山ガス、草津白根山、火山噴火、時間変化
Keywords: Noble gas , Volcanic gas, Kusatsu-Shirane volcano, Volcanic eruption, Temporal variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本白根山における2018年噴火後の自然電位および地磁気全磁力観測
Self-potential and geomagnetic total intensity observations at Motoshirane volcano after the 2018 eruption

*山崎 明[1]、飯野 英樹[1]、田中 達朗[1]
*Akira Yamazaki[1], Hideki Iino[1], Tatsurou Tanaka[1]

1. 気象庁地磁気観測所
1. Kakioka Magnetic Observatory

2018年1月23日、草津白根山の本白根山で水蒸気噴火が発生し、鏡池北火砕丘や鏡池に複数の噴火口が形成された。噴火後、一時活発化した噴火口付近のごく浅部を震源とする地震活動は減少し、また噴気等の熱的な表面活動も同年2月下旬以降は終息している。気象庁地磁気観測所では噴火後の本白根山地下の熱的状態を把握することを目的として、本白根山山頂周辺部において自然電位観測および地磁気全磁力観測を実施した。

自然電位の測定はこれまでに数多くの火山で実施され、火山活動との関係について研究され、主に火山地下浅部の熱水対流との関係性について議論されてきた。しかし、最近の研究では、自然電位分布は比抵抗構造や浸透率、ゼータ電位等に依存し、解釈が難しい面のあることも指摘されている。本白根山においては、2003年の第４回草津白根山集中総合観測（以下、2003年集中観測と略す）で実施された自然電位観測の中で、鏡池北火砕丘の北部から東部の遊歩道沿いで自然電位測定がなされたのが唯一であり、山頂部周辺の自然電位の全体的分布はこれまでわかっていなかった。

こうした背景を踏まえ、2018年6月30日から7月2日にかけて本白根山山頂部周辺の約130点において自然電位の測定を実施した。電極は銅・硫酸銅電極を使用し、測定間隔は約50ｍ、測定方法はいわゆる全電位法で行った。地形効果の補正は、鏡池の東側斜面の測線において標高と電位に明瞭な負の相関(-1.3mV/m)が認められたため、この相関係数を全測点に適用することにより行った。その結果、本白根山山頂部周辺では200～500mVの正の電位分布を示すことがわかった。特に鏡池の西～南西側や、2018年の噴火の主噴火口がある鏡池北火砕丘の周縁部などで局所的に電位が高い領域が認められた。これらの領域では、山体上部への熱水の流れが周囲よりも卓越していることが可能性の一つとして考えられる。また、2003年集中観測時の測定結果と比較したところ、鏡池北火砕丘噴火口の北～北東部において100mV程度の有意な電位の時間変化のあることがわかった。この変化は2018年の噴火に関連して地下水の流れが変わったことを反映している可能性も示唆される。

地磁気全磁力観測については、本白根山山頂部周辺に全磁力繰返し観測点を10点選定し携帯型のプロトン磁力計を用いて観測をおこなった。2018年6月（6/28-30）に1度目の観測をした後、8月(8/28-29)および10月(10/7)に繰返し観測を実施した。その結果、約3ヶ月の期間に明瞭な全磁力変化は観測されず、噴火後の本白根山において急速な熱消磁もしくは冷却による帯磁は発生していないことが確認された。

なお、自然電位および地磁気全磁力とも今年再度観測を行い、時間的変化の有無を調査する予定である。

キーワード：草津白根山、本白根山、自然電位観測、全磁力繰返し観測、熱消磁
Keywords: Kusatsu-Shirane volcano, Motoshirane volcano, Self-potential observation, Geomagnetic total intensity observation, Thermal demagnetization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新潟焼山第3・4期噴出物の石基組織解析及び化学組成分析による噴出プロセスの検討

Eruption processes of the 3rd and 4th stage of Niigata-Yakeyama Volcano, Japan, inferred from microlite texture and chemical composition

*吉田 巧[1]、齋藤 武士[1]
*Takumi Yoshida[1], Takeshi Saito[1]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科
1. Shinshu University

新潟県西部，妙高火山群の北端に位置する新潟焼山火山は，約3000年前から溶岩流と火砕流を流出する噴火を繰り返してきた，火山群の中で最も新しい活火山である(例えば早津，1993;1994;2008)．焼山活動史上最大規模であったとされる第3期の活動では，前山溶岩流・早川火砕流が噴出し，それに続く第4期活動では、現在の山頂溶岩ドームを形成した焼山溶岩流と良く発泡した溶岩を含む大谷火砕流Ⅰが噴出した(早津，2008)．第3期噴出物は安山岩質とデイサイト質からなる不均質な溶岩で(前山溶岩流:SiO2=52.8~63.9wt.%，早川火砕流堆積物:SiO2=54.8~64.1wt.%;小林・石崎，2014)，田・齋藤(2018，JPGU)では，これらを対象に石基マイクロライトの組織解析を行い，安山岩とデイサイトのマイクロライトは過冷却度の異なる条件下で噴出した可能性を示した．今回は，第4期噴出物の石基組織解析と第３・４期噴出物の長石結晶の化学組成分析を行い，組織解析と化学組成分析の結果から各噴出物の噴出プロセスについて考察する．

大谷火砕流堆積物Ⅰの組織分析の結果，早川火砕流堆積物(NA=5700~11000)と比べて低い数密度(NA=1300~3300)を示した．結晶度は，早川火砕流堆積物中の安山岩質溶岩(φ=0.23~ 0.27)とデイサイト質溶岩(φ=0.02~0.03)の中間の値(φ=0.10~0.25)を示した．斜長石結晶の化学組成分析の結果，第3期噴出物の斑晶からAn#(Ca/Ca+Na)=065~0.84 が得られた．前山溶岩流の安山岩質溶岩のマイクロライトは，An#=0.38~0.82 で平均値は An#=0.61 を示す.前 山溶岩流のデイサイト質溶岩のマイクロライトは，An#=0.27~0.73，平均値は An#=0.54 で比較的An成分に乏しい値を示す．早川火砕流堆積物中の安山岩質溶岩のマイクロライトは，An#=0.34~0.91 で平均値は An#=0.58 を示す．第4期噴出物の斑晶は，An#=0.45~0.89 である．焼山溶岩流のマイクロライトは，An#=0.34~0.79 で平均値は An#=0.63 を示し，大谷火砕流堆積物Ⅰのマイクロライトは，An#=0.35~0.90，平均値 An#=0.62 の組成を示す．また，長石マイクロライトの An#は，結晶のサイズが小さくなるに従い低い値となることが示された．

一般に，減圧過程で結晶化する斜長石マイクロライトの組成は，脱水に伴う減圧が進むにつれAn 成分に乏しくなることが知られている(例えば中村，2011)．斜長石の An#が低い結晶は，より強い減圧の影響を受けて結晶化したと考えられる．化学組成分析の結果，第3期噴出物に関しては，デイサイト質溶岩の An#が安山岩質溶岩に比べて低い値を示したことから，デイサイト質溶岩はより減圧の影響を受けて結晶が形成されたと考えられる．田・齋藤(2018，JPGU)では，第3期噴出物のデイサイト質溶岩は安山岩質溶岩に比べ数密度が高く，結晶度が低いことから，過冷却度の高い条件で核形成が多く行われたことを報告した．このことからデイサイト質溶岩は過冷却度が高く，減圧の強い影響を受けたことが示唆される．一方，溶岩流と火砕流とでは大きな違いは認められず，斜長石のマクロライトから，両者の噴火プロセスの違いを明らかにすることはできなかった．第4期噴出物は第3期噴出物と異なり，比較的均質な化学組成を示すことが知られている(SiO2=57.5~59.0wt.%;小林・石崎，2013)．第4 期噴出物の大谷火砕流堆積物Ⅰは第3期噴出物の早川火砕流堆積物に比べて低い数密度を示したことから，早川火砕流堆積物と比べて低い過冷却度で結晶化した可能性が

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

示唆される．大谷火砕流堆積物 I の An組成は，早川火砕流堆積物より高い An#の値を示したことから，減圧の影響はより低いと考えられる．大谷火砕流は早川火砕流と比べて噴出速度が低く，そのため過冷却度が低く，減圧の影響も低かった可能性がある．一方で大谷火砕流堆積物 I は良く発泡した溶岩からなり，マイクロライトの結晶化以前に急激な発泡が進行した可能性もある．その場合，結晶化以前にメルトから脱水が進行したことによって，減圧に伴う An#の低下が十分起こらなかった可能性もある．

キーワード：新潟焼山、焼山溶岩流、大谷火砕流堆積物、前山溶岩流、早川火砕流堆積物、斜長石マイクロライト
Keywords: Niigata-Yakeyama, Yakeyama lava flow, Otani pyroclastic flow, Maeyama lava flow, Hayakawa pyroclastic flow, Plagioclase microlite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水位変動・地震観測に基づく立山カルデラ新湯の地下構造の推定
Estimation of subsurface structure of Shinyu crater lake, Tateyama Caldera, based on the water level and seismic observation data

*川口 亮平[1]、齋藤 直子[2]、鬼澤 真也[1]
*Ryohei Kawaguchi[1], Naoko Saito[2], Shin'ya Onizawa[1]

1. 気象研究所、2. 気象庁富山地方気象台
1. Meteorological Research Institute, 2. Toyama local Meteorological office, Japan Meteorological Agency

立山カルデラの新湯は火山活動によって形成された直径約40 m，深さ約5.6 mの火口湖である．河川からの流入はなく，湖底の噴出口から湯水が噴出することで水位を維持しており，あふれた湯水は北にある湯川へ流出している．新湯は数十年前から満水の状態を維持していたが，2014年以降，数日から20日程度の周期で干上がりと満水の状態を繰り返す間欠泉活動を行うようになったことが報告されている（福井ほか，2018）．新湯の水位変動活動を調査するため2017，2018年の6月から10月にかけて新湯の湖岸周辺に水位計と地震計およびタイムラプスカメラを設置して観測を行った．本研究では，観測で得られた水位変動に関する時間の規則性から新湯の地下状態の推定を試みたので報告する．

新湯の水位変動は気泡式の水位計によって10分の測定間隔で観測した．水位変動に伴う新湯湖面の表面現象の変化をタイムラプスカメラによって観測した．また，新湯の湖岸から約20 m離れた場所に地震計を設置し，100 Hzのサンプリング周期で水位変動現象に伴う震動現象を観測した．

観測期間中に2017年は7サイクル，2018年は8サイクル分の干上がりから満水になる水位変動をそれぞれ観測できた．まず，水位変動の期間を干上がり，水位上昇，満水，水位下降の4つに分け，それぞれにかかる時間を調べた．その結果，干上がりは約3日間，水位上昇は約4.5日間，満水は0～20日間，水位下降は約0.5日間であった．満水を継続した期間は幅があったものの，水位の上昇と下降にかかる時間はほぼ一定で規則的であった．

水位変動に伴う湖面の状態を調べたところ，水位上昇・満水の期間に上昇している湯水は気泡を伴って噴出していた．また，地震動の振幅も水位上昇・満水の期間と水位下降・干上がりの期間では大きく異なっていた．これらのことから新湯の地下には湯溜まりがあり，湯溜りの湯水が沸騰して新湯へ噴出することによって間欠泉活動が起きていると考えられる．

新湯と地下の湯溜りの間の湯水の流路を半径一定の円筒と仮定して，水位下降の時間から大きさの推定を試みた．新湯の形状を円錐，水位下降期間の新湯地下へ流出する湯水の流量を一定と仮定した場合，新湯の大きさと水位下降にかかる時間から流量は約0.06 m^3/sと見積もられる．また，水位計で得られた水位下降期間における湖底の噴出口より下の場所での水位下降速度は1.2-2.5×10^{-3} m/sであった．これらの値から，新湯直下の湯水の管路の半径は2.8-4.0 mと推定される．発表では，既存の間欠泉モデルと推定された新湯地下の形状を用いて，水位の上昇下降の時間スケールを比較した結果についても報告する．

キーワード：新湯、立山カルデラ、間欠泉
Keywords: Shinyu, Tateyama caldera, geyser

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Real time monitoring of underground temperature in Jigokudani, Midagahara volcano using LPWA devices

*渡辺 了[1]、西日本電信電話株式会社 富山支店[2]
*Tohru Watanabe[1], Toyama branch NTT West[2]

1. 富山大学大学院理工学研究部、2. 西日本電信電話株式会社
1. Gradudate School of Science and Engineering, University of Toyama, 2. Nippon Telegraph and Telephone West Corporation

Jigokudani is an active geothermal area in Midagahara volcano, Toyama prefecture, central Japan. It was formed as a result of repeated phreatic eruptions over 40,000 years. Increased volcanic activity in this area has been observed since 2011. In order to detect a precursory signal of a phreatic eruption, seismicity, observations should be conducted on seismicity, ground deformation, geothermal activity, volcanic gas, etc. A real time monitoring system of underground temperature using LPWA (Low Power, Wide Area) devices has been tested since 30 August 2018. An LPWA device (NHR, SS05-ST) is composed of thermometer and transmitter (LoRaWAN). 10 devices were deployed in Jigokudani. Temperature sensors (thermocouples) were placed at the depth of 50 cm. Transmitters send temperature data every 30 minutes to a gateway to the internet situated in Hotel Tateyama. The distances from the gateway to LPWA devices are within 1 km. Underground temperatures can be monitored on internet devices. Since Jigokudani has a heavy snowfall in winter, 7 devices were removed and 3 devices were left to test in winter. Though temperature data could be received until December 2018, no data could be received since then. Transmitters of around 50 cm high above the ground must be covered with snow. During summer and fall, LPWA devices are useful for real time monitoring.

キーワード：地中温度、LPWA、リアルタイム観測
Keywords: underground temperature, LPWA, real time monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

焼岳火山の山頂と1962-63年火口の噴気の化学・同位体組成
Varying chemical and isotopic compositions of fumarolic gases from the summit and from the 1962-63 eruptive vents at Yakedake Volcano, Japan

*齋藤 武士[1]、澤村 俊[2]、網田 和宏[3]、三島 壮智[4]、大沢 信二[4]
*Takeshi Saito[1], Shun Sawamura[2], Kazuhiro Amita[3], Taketoshi Mishima[4], Shinji Ohsawa[4]

1. 信州大学学術研究院理学系、2. 信州大学大学院総合理工学研究科、3. 秋田大学大学院理工学研究科、4. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設
1. Institute of Science, Academic Assembly School of Science and Technology, Shinshu University, 2. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 3. Graduate School of Engineering Science, Akita University, 4. Beppu Geothermal Research Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

北アルプス南部に位置する焼岳火山は，気象庁の常時観測火山に選定されている活発な活火山である．約2.5万年前から活動を開始し，約2300年前のマグマ噴火以降は水蒸気噴火を繰り返してきた．近年では，1907-39年に水蒸気噴火を繰り返し，1962-63年に山頂北側斜面で水蒸気噴火を起こして以降は，時折群発地震活動が観測される以外は静穏な状態が継続している．山頂周辺には噴気孔が複数存在しており，特に北峰南側斜面の噴気孔では1907年以降，活発な噴気活動が続いている．我々は山頂の噴気活動に着目して2013年から噴気孔の温度，ガス観測を行ってきた（齋藤ほか，2019）．今回は山頂の噴気に加えて，山頂北側の1962-63年火口からも噴気を採取し，山頂のデータとの比較を試みた．

山頂周辺で最も活発に活動している北峰南西の噴気（以下では山頂噴気）は，2013年7月以降，噴気孔出口の温度が113-123℃で推移している．1962-63年火口周辺には，山頂噴気よりも勢いの弱い噴気孔が広範囲に点在しており（以下では63噴気），その放出温度は95-100℃程度と山頂噴気よりも若干低いものの沸点以上の値を有する．

化学組成分析の結果，63噴気は山頂噴気と比べて，SO_2に乏しく，$CO_2/\Sigma S$が高いことがわかった．63噴気が山頂噴気と比べて，噴気の勢いが弱いことや温度が低いことと調和的である．1962-63年火口下には山頂よりも発達した熱水系が存在しているのかもしれない．ガスの化学平衡から計算される見かけの平衡温度（AET）も63噴気の方が低く推定された．一方で$He-N_2-Ar$比は，山頂噴気よりもHeに富む特徴を示した．このことは63噴気が，マグマ性流体の強い寄与を受けている可能性を示唆する．1962-63年火口は焼岳の最後の噴火が生じた火口であり，マグマ性流体の上昇は山頂火口よりも1962-63年火口の方がより強いのかもしれない．

また63噴気の噴気凝縮水の水素・酸素同位体比は，山頂噴気の値と大きく異なる値を示した．山頂噴気はδD = -27~-23 ‰，$\delta^{18}O$ = 2.5~3.6 ‰とDおよび^{18}Oに富む値を示したのに対し，63噴気はδD = -116 ‰，$\delta^{18}O$ = -18 ‰と，山麓の河川水や火口湖，山頂付近の雨水から推定される地域天水の同位体比（δD = -78 ‰，$\delta^{18}O$ = -11 ‰）よりも低い値を示した．1962-63年火口周辺の噴気は勢いが弱く，地表付近で噴気の凝結と蒸発を繰り返すことによって強い同位体分別を被った可能性がある．山頂噴気と63噴気は約300m離れており，山体内部でのマグマ-熱水システムの発達の違いを反映して，噴気の化学・同位体組成が変化している可能性があることがわかった．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北八ヶ岳，横岳最新2溶岩の年代推定および横岳最新期の火山砕屑物の特徴

Eruption age determination of the latest two lava flows and characteristics of volcaniclastic materials from the recent activity of Yokodake Volcano, Japan

*新田 寛野[1]、齋藤 武士[1]、下岡 順直[2]
*Hiroya Nitta[1], Takeshi Saito[1], Yorinao Shitaoka[2]

1. 信州大学総合理工学研究科、2. 立正大学地球環境科学部環境システム学科
1. Shinshu University of Science and Technology, 2. Department of Environment System, Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

長野県中部に位置する横岳は，八ヶ岳火山列の中で唯一の活火山である．現在は静穏な状態が継続しているものの，過去に9枚の溶岩流（Y1~Y9）を流出している（河内1974，1975）．しかし各溶岩の噴出年代や詳細な噴火プロセス，小規模なテフラを放出する噴火の有無などの課題が残されている．我々は活火山である横岳最新期の活動を評価するために，最も新しい噴出物とされるY9溶岩とその一つ前のY8溶岩の年代に着目して研究を進めてきた．これまで，Y8とY9溶岩の古地磁気方位と古地磁気強度から年代推定を試み，Y8溶岩から約0.60~0.65 ka，1.60~1.80 ka，1.90~1.95 ka，3.35~3.85 ka，Y9溶岩から約0.60 ka，1.80 ka，1.90~1.95 ka，2.20~2.25 ka，2.4~2.45 ka，3.70~3.75kaの古地磁気学的年代値を得たものの，年代を決定することはできなかった（新田・齋藤，2018，JPGU；新田・齋藤，2018，火山学会）．今回，Y8とY9溶岩の熱ルミネッセンス（TL）年代測定と粘性残留磁化（VRM）を用いた年代推定を試みた．また，Y9溶岩の直上および，山頂周辺で火山砕屑物層を確認したので，その産状と特徴についても報告する．

TL年代測定は，Y8とY9溶岩を粉砕して約10~50 μmの多鉱物試料を抽出し，TL測定を行った．その結果，Y8溶岩から3.3 ±1.2 kaのTL年代を得た．一方でY9溶岩からはTL発光を得られず年代値が求められなかった．そこで溶岩試料の獲得したVRMと実験室で着磁したVRMを比較することで，VRM獲得に要した時間の推定を試みた．Y9溶岩の4試料でVRM年代を推定したが，得られた年代値は大きくばらつき，有意な年代値が得られなかった．自然に獲得したVRMの認定や，実験条件の選定などに問題があると考えられ，今後さらに検討を加える予定である．以上の結果と古地磁気学的年代値を合わせると，Y8溶岩の噴出年代は約3.3kaと推定され，Y9溶岩に関しては3.70~3.75kaを除外できたが，5つの古地磁気学的推定年代からさらに絞ることはできなかった．

Y9溶岩直上に層厚3 cm程の炭質物を含む細粒～シルト質の明灰色の火山灰堆積物を確認した．これは奥野（1995）のNYk-1テフラに相当すると考えられる．さらに横岳山頂付近の登山道沿いで4枚の火山砕屑物層を認めた．上位から，層厚1~2cm程で細粒～シルト質の灰色の火山灰層，層厚30cm程で炭化物を含む中粒～細粒砂サイズの黄灰色の火山砕屑物層，層厚10cm程で中粒～細粒砂サイズの黄灰色の火山砕屑物層，層厚30cm以上で，5cm大の礫を含む礫～粗粒砂サイズの暗灰色の砂礫層である．最下部の砂礫層は奥野（1995）のNYk-2テフラに相当する可能性があり，2.35~2.15 cal ka BPの年代値が得られている（奥野・小林，2010）．その上位の2枚の火山砕屑物層は横岳起源と考えられ，NYK-2テフラ以降の2回の噴火の可能性が示唆される．最上位の細流火山灰層に関しては，横岳起源と考えているが，他の火山に由来する可能性もあり，今後さらに検証する予定である．

キーワード：北八ヶ岳横岳、最新溶岩、年代推定、TL年代測定、最新期の火山砕屑物

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Yokodake Volcano, Latest lava, Eruption age determination, TL dating, Volcaniclastic materials from the recent activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

波形相関処理を用いた2007年御嶽山噴火日推定の試み
Estimating the date of the 2007 eruption of Mount Ontake Volcano using waveform correlation

*西嶋 就平[1]、寺川 寿子[1]、堀川 信一郎[1]
*Shuhei Nishijima[1], Toshiko Terakawa[1], Shinichiro Horikawa[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Mt. Ontake volcano erupted on late March, 2007. However, we do not know the exact time of the eruption with a Volcanic Explosivity Index 0 because of little visual evidence. I tried to estimate the date of the 2007 eruption, using a waveform correlation method. A previous study reports that focal mechanisms of volcanic earthquakes associated with the latest eruption in 2014 changed from normal/strike-slip faulting with east-west tension to reverse faulting with east-west compression. Based on this fact, I selected 10 and 8 volcanic events for the pre- and the post-periods of the 2014 eruption as template events. I applied the technique to continuous seismic waveforms from 22 December 2006 to 31 March 2007. I detected 2375 (pre-eruption type) and 1659 (post-eruption type) events corresponding to the pre- and the post-eruption events, respectively. I found that events with east-west tension (pre-eruption type) became active at the early stage until a very long period (VLP) event occurred on 25 January, and during the period from 5 to 19 February. On the other hand, the activity of events with east-west compression (post-eruption type) became dominant for 11 days after the VLP event occurred, and during the period from 20 February to 24 March. Subsequently, neither type of events became dominant. The activity of pre-eruption type events synchronized with the period when the length of the baseline in the east-west direction across Mt. Ontake increased. This suggests that events of pre-eruption type are related to the magma intrusion process beneath the volcano. The activation of events of post-eruption type following to the VLP event, which is well modeled by a tensile crack with a strike of N20W, may be related to contraction processes after the event released water vapor from the volcano. Based on the changes in types of detected events as well as the seismicity, I concluded that Mt. Ontake would have erupted on 20 February or between 11 and 12 March, 2007.

キーワード：火山、波形相関処理
Keywords: volcano, Matched Filter Method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2007年および2014年御嶽山噴火前後に発生した山頂付近の地震活動
Seismic activity beneath Mt. Ontake volcano before and after the 2007 and 2014 eruptions

*山中 佳子[1]、堀川 信一郎[1]、前田 裕太[1]
*Yoshiko Yamanaka[1], Shinichiro Horikawa[1], Yuta Maeda[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Encironmental Studies, University of NAGOYA

2017年10月より，名古屋大学では，株式会社計測技研と共同開発した小型・低消費電力の地震観測テレメータ装置（堀川他，2017火山学会）の試験運用として御嶽山山頂に10点地震観測点を設置し，リアルタイム観測を行っている．これらのデータに御嶽山から概ね10km以内にある名大の定常観測点8点，気象庁の9点を加えて2017年11月～2018年6月の山頂直下の地震活動を求めた．その結果．地震は剣ヶ峰の南西から西の領域（地獄谷西側）で2014年噴火の火口列周辺に集中しており，深さは用いる構造にもよるが深さ0kmから-1.5kmではほぼ直線上に分布し，-1.5km付近で北東ー南西方向に広がることがわかった．（山中他，2018年JpGU）

今回この時に求められた観測点補正値を用いて，山頂観測点がない時期に発生した地震活動について震源分布を求めた．2014年の噴火前は，深さ1.0km付近から-0.6km付近まで直線的に地震が起こっており，これらは2017-2018年の活動で見られる直線上の活動の延長線上にある．噴火後，地震活動は深さ-0.6km付近から南北２方向に別れ，深さ-1.2km付近で一気に広がるように見える．この南北方向に広がった活動は徐々に浅く南西方向に広がりつつ現在の地震活動域に至っている．

2007年の噴火前の2月までの地震活動については．観測点が少なく地震規模も小さめであるため震源位置を決めることができた地震数は少ないが，地震は深さ3kmから2014年の活動に比べると全体的に深く，深さ0km以浅の地震はほとんどない．また深さ3kmから0km付近で発生した地震は直線上に分布しており，2014年噴火前の直線上の地震活動とほぼ同じ，またはその深部延長上で起こっていたことがわかった．このことから2007年と2014年の噴火時，ほぼ同じ通路を通って熱源となったなんらかの流体が上昇してきたと考えられる．

キーワード：御嶽山、地震活動
Keywords: Mt. Ontake, Seismic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

傾斜計データにおける降雨及び融雪補正の効果　ー御嶽山への適用例ー
Effect of rain and snowmelt correction of tiltmeter data - Application example for Ontakesan Volcano -

*木村 一洋[1,5]、河島 克久[2]、松元 高峰[2]、佐々木 明彦[4]、伊豫部 勉[3]、宮村 淳一[1]、中橋 正樹[1]
*Kazuhiro Kimura[1,5], Katsuhisa Kawashima[2], Takane Matsumoto[2], Akihiko SASAKI[4], Tsutomu Iyobe[3], Junichi Miyamura[1], Masaki Nakahashi[1]

1. 気象庁地震火山部火山課、2. 新潟大学災害・復興科学研究所、3. 京都大学大学院工学研究科、4. 国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、5. 新潟大学自然科学研究科
1. Japan Meteorological Agency, 2. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 3. Faculty of Engineering, Kyoto University, 4. Department of Geography and Environmental Studies, Kokushikan University, 5. Graduate School Science and Technology, Niigata University

2014年９月に御嶽山で発生した水蒸気噴火において、気象庁が火山監視目的で山頂南東側約３km地点の田の原（標高2196m）に設置した傾斜計により、噴火開始数分前から山側上がり、噴火開始後は山側下がりの傾斜変化が観測された（気象庁、2014）。その後、木村・中橋（2015）は、木村・他(2015)のタンクモデルを用いた手法により夏季（６月～10月）の田の原傾斜計東西成分データに降水補正を行った結果、御嶽山山頂直下で地震活動が活発化した2014年９月10日頃から始まる西側上がりの傾斜変化を検出した。同様な傾斜変化はこれまでに数回確認されているが、春季（３月～５月）における融雪の影響を除去できていないといった課題が残っていた。

宮村・他（2017）は、木村・他（2015）の手法でタンクモデルに積雪層を加える拡張を行い、降水量データに加えて融雪量データを入力値とする手法を開発して田の原傾斜計東西成分データに適用し、融雪の影響をある程度除去できることを確認した。なお、融雪量の推定には松元・他（2010）を参考に気温と日射量を指標とするTRモデルを用いた手法を用いたが、御嶽山アメダス（標高2195m）には融雪量推定に必要な気温及び日照時間の観測項目がないため、山麓で最も近い（約12km）開田高原アメダス（標高1130m）の気温及び日照時間データを用いることとし、２点の標高差（1065m）による影響を除去するため、河島・他（2016）が2015年及び2016年融雪期に田の原で観測した気象データと山麓の開田高原アメダスの気象データの比較により補正を行った。

本発表では、田の原傾斜計の南北成分データに宮村・他（2017）の手法を適用した結果を報告する。南北成分には毎年春から夏にかけて大きな季節変化が認められるが、同手法を適用したところある程度除去することができた。このことから、季節変化には降水の影響はほとんど含まれず、融雪の影響が大きいことが明らかとなった。南北成分を補正した結果、2014年８月半ば頃から始まる北側上がりの傾斜変化を検出した。すでに検出した東西成分の傾斜変化と併せて、降水及び融雪補正後の傾斜データを再検討すると、８月中旬に北側上がりの傾斜変化が始まり、９月10日頃からは北西上がりの傾斜変化へと徐々に変化していったことが明らかとなった。同様な傾斜変化は、調査期間中（2011年４月～2017年９月）の他の時期には確認できなかった。

今回、降水及び融雪補正後の傾斜計データで検知した傾斜変化について、２つの先行研究と関連させながら考察を行った。まず、Kato et al (2015)による噴火前後における山頂直下の震源分布を参考に、NNW-SSE走向を持つ開口クラックモデルを仮定してその上端を２kmから１kmまで浅部へ移動させた場合、傾斜変化が北側上がりから北西側上がりへ変化するパターンを確認することができた。次に、Miyaoka and Takagi (2016)によるスタッキング手法を用いたGNSS基線長解析により、長基線の変化が８月中旬から、短基線の変化が９月上旬から始まっていたことが確認され、変動源が深部から浅部へ移動した可能性を示唆する結果が得られている。これらの先行研究の結果が今回の降雨及び融雪補正後の傾斜計データから検出した傾斜変化と整合的であり、今回用いた降雨及び融雪補正の手法の有効性を示すものと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献
Kato A, Terakawa T, Yamanaka Y, Maeda Y, Horikawa S, Matsuhiro K, Okuda T (2015) Preparatory and precursory processes leading up to the 2014 phreatic eruption of Mount Ontake, Japan. Earth Planets Space 67:111. doi:10.1186/s40623?015?0288?x
Miyaoka K, Takagi A (2016) Detection of crustal deformation prior to the 2014 Mt. Ontake eruption by the stacking method, Japan. Earth Planets Space 68:60. doi:10.1186/s40623-016-0439-8
河島克久・伊豫部勉・松元高峰・佐々木明彦・鈴木啓助（2016）：冠雪活火山における積雪期火山防災情報プラットフォームの構築，寒地技術論文・報告集，32，80-84.
木村一洋・露木貴裕・菅沼一成・長谷川浩・見須裕美・藤田健一（2015）：タンクモデルによる体積ひずみ計データの降水補正について，験震時報，78，93-158.
木村一洋・中橋正樹（2015）：御嶽山田の原の傾斜計東西成分の降水補正(1)，日本地球惑星科学連合2015年大会予稿集，SVC45-P24.
木村一洋・河島克久・松元高峰・佐々木明彦・伊豫部勉・中橋正樹・小林昭夫（2016）：御嶽山田の原の傾斜計東西成分の降水補正(2)，日本地球惑星科学連合2016年大会予稿集，SVC47-P13.
松元高峰・河島克久・外狩麻子・島村誠 (2010): 気温・日射量を指標とする表面融雪量モデルと積雪層浸透モデルとを組 み合わせた積雪底面流出量の推定，雪氷，72, 255-270.
宮村淳一・木村一洋・中橋正樹・河島克久・松元高峰・伊豫部勉・佐々木明彦（2017）：火山監視用傾斜計に現れる融雪の影響，日本火山学会講演予稿集，P050.
気象庁（2014）：特集１．2014年９月の御嶽山の噴火，平成26年10月地震・火山月報（防災編），54-61.

キーワード：傾斜計、御嶽山、降雨、融雪
Keywords: Tiltmeter, Mt. Ontake, rainfall, snowmelt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年3月15日の静岡県東部地震による富士山周辺域のb値の空間分布への影響

Spatial Variation of b-value around Mt. Fuji influenced by the Eastern Shizuoka Earthquake of 15 March 2011

*村越 匠[1]、宮下 智成[2]
*Takumi Murakoshi[1], Tomonari Miyashita[2]

1. 防衛大学校、2. 航空自衛隊
1. National Defense Academy, 2. JASDF

2011年3月15日22時31分頃に富士山山頂から南西に約6kmの深さ15km付近においてMj6.4の2011年静岡県東部地震が発生した。富士山周辺におけるM6以上の地震は1931年9月16日のMj6.3の地震以降なかったため、2011年静岡県東部地震は富士山周辺における約80年ぶりのM6以上の地震であった。火山地域のマグマだまりなどの地下の不均質性やその時空間変化を調べる手法の一つに、G-R則のb値の空間分布を使った解析がある。富士山周辺域については、2001年から2009年までののb値の解析があるが（原田ほか、2010）、2011年静岡県東部地震の前後の影響については調べられていない。そのため、本研究では気象庁一元化震源データを用いたG-R則のb値の空間分布の解析により、2011年静岡県東部地震が発生したことによる富士山周辺域の地震活動への影響を調べた。その結果、2011年静岡県東部地震の直後でb値が大きく下がり、徐々に元のb値の値に戻ってきている傾向にあることがわかった。また、2011年静岡県東部地震の前後での特徴として、この領域内で南西から北東方向にb値が大きくなる空間パターンがあることがわかった。

キーワード：b値、富士山、2011年静岡県東部地震
Keywords: b-value, Mt. Fuji, 2011 Eastern Shizuoka Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆半島東部伊東沖の海底火山手石海丘の現状
Present condition of submarged volcano, Teishi Knoll, off Ito, Eastern Izu Peninsula

*山中 寿朗[1]、川田 佳史[2]、野口 拓郎[3]、八田 万有美[3]、岡村 慶[3]
*Toshiro Yamanaka[1], Yoshifumi Kawada[2], Takuro Noguchi[3], Mayumi Hatta[3], Kei Okamura[3]

1. 東京海洋大学、2. 東北大学、3. 高知大学
1. Tokyo Univ. Marine Science and Technology, 2. Tohoku University, 3. Kochi University

伊豆東部火山群に属する手石海丘は1989年7月に伊豆半島伊東市東方沖合約4kmで発生した海底噴火活動に伴い生じた、火口凹地を伴う海丘である。気象庁によると、伊豆半島東部の陸上域に分布する玄武岩～流紋岩質の多数のスコリア丘・タフリング・マール・溶岩ドームなどの小火山体と、これらの東方海域に密集する多数の海底火山の総称である。陸上部分について最大のものは大室山である。海底火山群については火山数、岩石の種類、活動年代等不明なことが多い。火山群は、この地域の広域応力場を反映して、北西～南東へ並ぶ配列がいくつも重なっている。大室山が約4000年前の噴火で形成され、その後約3200年前にはカワゴ平、約2700年前には岩ノ山ー伊雄山火山列で割れ目噴火が生じたが、この後手石海丘で海底噴火が起こるまでこの地域での噴火はなかったと考えられている。

ところで、日本には110の活火山があるが、そのうちの12火山は海底に位置する。海底火山は、その全体が海面下にあるため、十分に活動が監視されておらず、火山噴火予知連絡会により、2003年に活動度によるランク分けが行われた際にも対象外とされた。そこで、本海丘において、現在でも活動が継続しているのか、1989年の噴火の際に貫入したと考えられるマグマが単純に冷却の過程にあるだけなのかを明らかにする目的で、2017年12月より、年2回、東京海洋大学の練習船を用いて海水組成及び海底下温度構造の観測を開始した。

まだデータの収集を始めたばかりであるが、温度計測については地温勾配の計測は行っているが、水深が浅い（120m程度）ため、地殻熱流量を得るためには水温変動の補正が必要で、そのための長期水温変動計測を昨年１２月に始めた。一方、海水の化学分析では、火口凹地内の底層海水には周辺海水に比べやや全炭酸濃度が高く、また、顕著なマンガンの正の濃度異常が認められた。この全炭酸とマンガンの濃度異常から、まだなんだかの熱的活動が本火口内では続いていることが伺える。

キーワード：手石海丘、海底火山、活動度、化学フラックス、地殻熱流量
Keywords: Teishi Knoll, Submerged volcano, Activity, Chemical flux, Heat flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島最北部碁石浜におけるカルデラ形成以前の火山噴出物とその堆積年代

Descriptions and age of volcanic products before the caldera formation in the northern part of Izu-Oshima, off Tokyo, Pacific Ocean

*寺山 怜[1]、鈴木 毅彦[1]、小林　淳[2]
*Satoshi Terayama[1], Takehiko Suzuki[1], Makoto Kobayashi[2]

1. 首都大学東京都市環境科学研究科、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

はじめに

伊豆大島火山はここ最近では1986年に噴火しており，近い将来噴火が予想される活動的な活火山である．その火山に関する研究は古くから行われており，また多岐の分野にわたって多く研究が行われてきた（例えば中村，1964;小山・早川，1996;川辺，2012など）．しかしながら，カルデラ形成以降のカルデラ形成期・後カルデラ火山（川辺，1998）の火山体活動期に関する研究は数多く行われているものの，先カルデラ火山新期山体以前の火山体活動期，またそれに関する火山噴出物の記載の研究は少ない．本研究ではその記載に乏しい伊豆大島火山の先カルデラ火山新期山体以前の火山噴出物の調査を行い，過去の噴火活動を解明することを目的とする．過去の火山噴出物の記載およびそこから考えられる噴火のデータは，今後の噴火予測や火山防災を考える上で重要なデータとなるはずである．

今回の研究対象地は伊豆大島最北部に位置する乳ヶ崎および風早崎の二つの岬に挟まれた碁石浜と呼ばれる海岸で，横幅約1 km，高さ約30-40 mに及ぶ海食崖に沿って火山噴出物が露出している．碁石浜で観察できる火山噴出物の記載は一色（1984）によって行われており，旧火山体である岡田火山および先カルデラ火山古期山体の噴出物の報告が主である．しかしその記載報告は碁石浜内の一部にとどまり，またテフラ層序学的な記載と議論は行われていない．本研究では，碁石浜の海食崖に露出する火山噴出物の調査を改めて詳細に行った．そしてその記載の結果，観察できる層準について新たな見解がいくつか得られたので報告する．

結果

本研究では，31枚の噴火イベント噴出物から構成される降下テフラ群を碁石浜降下テフラ堆積物群と名付けた．同堆積物群内で見られる，黒色腐植土層3層準を試料採取し放射性炭素年代の測定を行ったところ，上位から11076-10713，12027-11747，18117-17803 cal BPという年代値が得られた．これによりこの碁石浜降下テフラ堆積物群が約2万年以降の先カルデラ火山新期山体の噴出物であることが判明した．一色（1984）を含め過去の報告でも，碁石浜で先カルデラ火山新期山体の噴出物記載の報告はない．今後の課題として，この層準と田沢（1980）によるO1~O95の95部層区分を対比する必要がある．

さらに本研究で，碁石浜降下テフラ堆積物群内に，白色を呈した粒径1mmほどの細粒軽石がわずかに散っているのを確認した．その層準を試料採取し，洗浄した後に鏡下観察を行ったところ，無色透明の軽石型火山ガラスが確認された．また，その火山ガラスの主成分化学組成を測定したところ，SiO_2=78.07 wt.%，CaO=0.61 wt.%，FeO=0.75 wt.%，Al_2O_3=12.74 wt.%，K_2O=3.29 wt.%という値を示し，流紋岩質テフラであることがわかった．これは玄武岩質マグマを噴出する大島火山起源のテフラではなく，神津島火山や新島火山などの島外の火山起源の流紋岩質テフラと考えられる．碁石浜降下テフラ堆積物群の層準は先カルデラ火山新期山体と考えられるため，この流紋岩質テフラはO55（新島宮塚山テフラ）（齋藤ほか，2007）と対比できる可能性がある．このように本研究では碁石浜の火山噴出物の記載から堆積年代について新たな見解が得られ，また流紋岩質テフラが新たに確認された．今後は今回の調査地と他の露頭との対比，そして流紋岩質テフラの確実な対比を課題とする．また本来の目的である先カルデラ火山新期山体以前の噴火の特徴について解明するというまでに至らなかったため，今後の課題として検討していく必要がある．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：伊豆大島火山、火山噴出物、新島宮塚山テフラ、C14年代測定
Keywords: Izu-Oshima Volcano, volcanic products, Niijima Miyatukayama tephra, radiocarbon dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島山頂付近の地震のSchusterの方法によるp値の時間変化について
Time change of p-value by Schuster method using earthquakes around Izu-Ohsima summit

*高山 博之[1]
*Hiroyuki Takayama[1]

1. 気象庁気象研究所火山研究部第１研究室
1. Volcanological Division 1st labolatory, Meteorological Research Institute

伊豆大島で起きる火山性地震と地球潮汐の関連については，森田他(2016)，森田他(2017)で検討されている．これらの研究では，伊豆大島の山頂カルデラ付近の地震と地球潮汐の関係について議論されている.また，高山他(2018)では，伊豆大島の山頂と山腹を５つの区域に分け，それぞれの地域の地震で主要４分潮に対するp値を計算し，地震と地球潮汐との関連を調べている．

地球潮汐と地震の発生が関連あるかどうかは，schusterの方法（Schuster(1897)）によった．この方法は，地球潮汐と地震発生が無相関であるという帰無仮説を棄却する危険率を調べる方法である．具体的には，地震発生時の潮位位相角をΘiとすると，

$$R=(\Sigma\cos\Theta i)^2+(\Sigma\sin\Theta i)^2$$

$$p=\exp(-R/N)$$

で計算されるｐを用いて検定する． ｐは，0～1までの値をとり，0に近いほど帰無仮説を棄却できる．潮位位相角は，それぞれの分潮に対して計算できる．本研究では，主太陰半日周潮（以下M2と略す）を用いた．

この方法は原理上，地震カタログに群発活動が含まれると，正確なｐ値が計算できない．そこで，地震カタログをデクラスタすることにより，この問題を避けた．

今回は，山頂付近の地震についてp値の時間変化を調べた．気象庁カタログの山頂付近の地震の検知力は，マグニチュード0.0以上であり，デクラスタしたあとの全ての地震を使ってｐ値を計算すると，0.011となった．そこで，山頂付近の地震を時間ごとに分割し，それぞれでM2に対するp値を計算した．

実際の解析には，気象庁のカタログの2002年4月から2017年1月までのものをもちいた．これから，伊豆大島山頂付近の地震を取り出した．そのうちマグニチュード0.0より大きいものは1084個あり，デクラスタしたあとは901個となった．この地震カタログから連続して地震を100個取り出し，それを1個ずつシフトさせてM2に対するp値を計算した．

結果は，周期的にp値が増減を繰り返すということになった．ちなみに，最大値は0.98，最小値は0.0030であった．地球潮汐と地震発生が無相関である仮説を棄却する基準を0.05とすると，それを下回るp値が得られ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

たのは2006年頃，2010年頃，2014年頃である．森田他(2017)によると，地球潮汐と地震発生の相関がみられる時期には，マグマからの揮発性成分の上昇が増えたことを示唆する可能性がある．上記の3期間は，マグマからの揮発性成分の上昇が増えた可能性がある．また，森田他(2017）では，その揮発性成分の上昇が2013年から増えたとあるが，それに対応するのが2014年頃のp値の減少ではないか．

キーワード：火山性地震、地球潮汐、p値
Keywords: volcanic earthquake, earth tide, p-value

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆諸島北部、新島に分布する第四紀後期テフラの標準層序と岩石学的・地化学的特性ー火山ガラスの主元素組成、斜方輝石、角閃石類の屈折率を中心にー

Standard stratigraphy and characteristic properties of late Quaternary tephras on the Niijima-island: Report of geochemistry and refractive indices of volcanic glass shards, orthopyroxene, hornblende, and cummingtonite

*青木 かおり[1]、小林 淳[1]、西澤 文勝[1,2]、村田 昌則[1]、石村 大輔[1]、鈴木 毅彦[1]
*Kaori Aoki[1], Makoto Kobayashi[1], Fumikatsu NISHIZAWA[1,2], Masanori Murata[1], Daisuke Ishimura[1], Takehiko Suzuki[1]

1. 首都大学東京火山災害研究センター、2. 山梨県富士山科学研究所
1. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University, 2. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government

東京都は東京都区部・多摩地域・島嶼部の三地域からなり、島嶼部には25,353人が住んでいる（平成31年1月1日現在）。島嶼部をつくる伊豆・小笠原諸島は伊豆半島南東沖の相模トラフから南につづく小笠原海溝を東にみて並走する小笠原海嶺から小笠原トラフを挟み、さらに西側に七島・硫黄島海嶺、西七島海嶺、四国海盆へとつづく、本州にも匹敵する長さ約1100km、幅300km～400kmにおよぶ島弧である。海底火山を含めて21の火山が確認されており、そのうち14が活火山として監視対象となっている。現在、我々は島嶼部のハザードマップ作成や防災計画の策定に必要な情報を集約するために、それぞれの火山についての活動史や、噴火の様式や規模、噴出物の分布範囲の解明と、島嶼部の高精度なテフラ編年の確立をめざして研究に取り組んでいる（青木ほか、2019；小林ほか、2019a,b）。

島嶼部でのテフラ研究は、陸上のように各テフラ層の分布範囲や層厚を丹念な踏査で追跡することは困難であることから、基本的に発見した地点ごとに各テフラの岩石学的特性と化学的特性の情報を集積して、その理化学的なデータに基づいて対比することになる。本研究では、伊豆諸島の島間のテフラ編年をさらに発展させるために、各島での調査結果から得られたテフラに関する岩石学的特性と化学的特性のデータベース化を進めつつある。また、島嶼部火山起源のテフラは周辺の深海底にも堆積していると考えられ、これらの陸上での踏査で得られた情報と各テフラの特徴を分析したデータをもとに、房総半島沖の深海で掘削されたコアCK09-03,C9010E中に介在するテフラ層序の解明に取り組んでいる（青木ほか、2019）。本発表では、2017年末から始まった新島における第四紀後期テフラの層序研究で分析されたテフラの岩石学的特徴および化学的特性について報告する。

西七島海嶺の北部、銭洲海嶺上に位置する新島島内の大三山、富士見峠、宮塚山、および新島西岸1.6km沖にある地内島を踏査した結果、新島火山起源テフラ、神津島火山起源テフラのほか、外来の玄武岩質テフラ等の薄層を含め、少なくとも第四紀後期（およそ過去5万年間程度）の間に21回の噴火イベントを確認することができた（小林ほか、本大会）。これらの地点で採取された試料について、水洗、風乾後に250㎛、125㎛、63㎛サイズで篩い、実体顕微鏡による観察を行い、63-125㎛サイズの試料については火山ガラスの屈折率の測定、およびEDS（エネルギー分散型エックス線分析）で火山ガラスの主元素組成分析を行った。重鉱物は125-250㎛サイズ（一部は63-125㎛サイズの試料）の試料を対象に顕微鏡下にて手選で拾い出し、屈折率の測定を行った。

新島火山では珪長質な組成を持つ軽石層、火砕サージなどのほかに、スコリアからなる玄武岩質テフラも確認される（小林ほか、2019a）。珪長質な火山ガラスを主体とするテフラにもスコリアが混ざることが多い。ほとんどの珪長質テフラ層は斜方輝石、角閃石類（普通角閃石およびカミングトン閃石）を含み、一部で

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

少量の黒雲母が確認される。また、長石と石英も多く含まれ、特に高温石英が特徴的である。新島起源テフラの特徴として、重鉱物の屈折率がばらつく傾向がある。特に赤崎峰テフラ、宮塚山テフラ、宮塚山南部テフラに含まれる斜方輝石の屈折率で顕著で、ヒストグラムで見ると1.700-1.730の間でバイモードないしはトライモードを示し、検出頻度は少ないものの化学組成的にフェロシライトに近いと予想される1.730前後の高屈折率の斜方輝石も含まれる。また、赤崎峰テフラ、宮塚山テフラに含まれる普通角閃石でも同様に、1.663-1.688の間でバイモードないしは屈折率の範囲が大きくなる傾向がある。一方で、カミングトン閃石の屈折率については、後期更新世から完新世のテフラまで、ヒストグラムはそれぞれ単一にまとまることが多く、1.658-1.669の範囲に収まり、斜方輝石や普通角閃石のように屈折率の範囲がばらつく傾向はみられない。

火山ガラスの屈折率はおおむね1.492-1.501の範囲であり、日本の第四紀テフラの火山ガラスの屈折率は1.501-1.505が最もありふれている点と比べると（町田・新井、1992）、かなり低い部類といえる。火山ガラスの主元素組成はおおむねSiO_2が77.7-78.2 wt%、Na_2O+K_2Oは7.0-8.3 wt%の範囲に収まり、大半は7.2-7.7 wt%となる。また、FeO*の含有量が0.7-1.0 wt%と少なく、SiO_2の含有量が多いことも併せて、上述した火山ガラスの屈折率が低いことと調和的である（Furuta *et al.*, 1986; 吉川, 1990）。

キーワード：伊豆、新島、テフラ編年、岩石学的特性、主元素組成
Keywords: Izu, Niijima, tephrochronology, petrographic characters, major-element composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆諸島神津島火山の最新期活動におけるテフラ層序とその噴火史
Tephrostratigraphy and its eruption history of the Latest Activity in the Kozushima Volcano, the Izu Islands

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、西澤 文勝[2]、鈴木 毅彦[1,3]
*Makoto Kobayashi[1], Masanori Murata[1], Fumikatsu NISHIZAWA[2], Takehiko Suzuki[1,3]

1. 首都大学東京 火山災害研究センター、2. 山梨県富士山科学研究所、3. 首都大学東京 都市環境学部
1. Research Center for Volcanic Hazards and their mitigations, Tokyo Metropolitan Univ., 2. Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 3. Department of Geography, Tokyo Metropolitan Univ.

伊豆諸島神津島火山は，流紋岩の溶岩ドーム及び同質の火砕丘群で構成されており，その形成史は地質層序及び岩石鉱物学的特徴，ESR法等の各種年代値によって構築されている（谷口，1977；一色，1982；菅ほか，1992，2003；横山ほか，2004等）。これらの知見を基づくと，神津島火山は，現在の陸上火山体の土台をなす基底溶岩（砂糠山，観音浦等；約70～ 64 ka，長浜，面房等；約52～35 ka）の噴出後，それに載る溶岩ドーム群及び火砕丘群（那智山，じょうご山，高処山ー松山鼻・長っ崎火山列等；約32～23 ka，神戸山ー花立山火山列，天上山等；約3.4 ka以降）が形成され，全体として，数万年間隔で活動活発期と休止期を繰り返してきたようにみえる。また，現在の活発期の前に約2万年以上の休止期の存在が推定されるが，比較的新しい火山地形が複数確認できるにも関わらず，この時期における噴火堆積物の有無等に関する知見はなく，噴火活動の実態は不明である。

本研究では，神津島南部から噴出し島全体を覆う火砕堆積物である秩父山Aテフラ（約22～26 ka：菅ほか，1992，2003）より新しい活動を「最新期活動」と定義し，この間のテフラ層序を構築するとともに，神津島火山のより詳細な噴火履歴の構築を目指して調査を進めている。

DEMデータを利用した地形判読の結果，最新期活動に関連する新しい火山地形として，神津島中央部を構成する天上山火山体（火砕丘，溶岩ドーム群），島北部に神戸山ー花立山火山列（溶岩ドーム群），櫛ヶ峯（火砕丘）を抽出した。

地質調査の結果，最新期活動期において，少なくとも8の噴火イベントに関連する堆積物を確認した。神津島北部の那智山北部（Loc. 16）では，上位より，軽石・火山礫及び粗粒火山灰等の互層からなる火砕サージ堆積物（no. 16-1：天上山テフラ（AD 838）），変質した火山礫・火山岩塊を含む降下火砕物（no. 16-2），層厚10 cmの軽石混じりの中粒～細粒火山灰からなる降下火砕物（no. 16-3），径数mmのスコリアの密集層準（no. 16-4），粗粒火山灰の密集層準（no. 16-5）を確認した。一方，神津島南部のあかばね洞門（Loc. 4）では，天上山テフラ（no. 4-1），粗粒火山灰の密集層準（no. 4-2），層厚約3 cmの軽石混じり中粒～細粒火山灰（no. 4-3），径数mmのスコリアの密集層準（no. 4-4），層厚9 cmの細粒火山灰（no. 4-5），層理構造が発達する火山礫・粗粒火山灰の互層からなる火砕サージ堆積物（no. 4-6）を確認した。また，K-Ah起源の火山ガラスをno.4-2とno. 4-3の間の層準から多く検出した。これらの噴火堆積物のうち，no. 16-2は神津島中央～北部にしか分布しないことから，これらの地域を給源とする噴火活動の存在が示唆される。また，軽石混じり中粒～細粒火山灰（no. 16-3 とno. 4-3を対比），細粒火山灰（no. 4-5）は，非常に明瞭な地層を形成することから，比較的規模の大きな噴火による噴出物で広域性を有するテフラとして着目できる。

テフラ層直下の腐植土もしくはローム層中に散在する炭化木片を対象に^{14}C年代測定を行った。no. 16-2に対比される降下火砕物の下位より1300±20 yr BPの年代値を得た（Loc. 15：262m山北西）。また，Loc. 4では，no. 4-2上部で5790±30 yr BP，no. 4-3の上位及び下位で8850±30 yr BP及び9390±30 yr BP，no.4-6直下で12030±30 yr BPの年代値を得た。暦年較正及び他テフラとの層序関係を考慮すると，最新期活動期におけるテフラの年代は，約1.1～1.2 ka（no. 16-2），約7.5 ka（no.16-3 / no. 4-3），約10 ka（no. 4-4），約13.5 ka（no. 4-6）と解釈できる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現在，各テフラについて，鉱物組成，火山ガラスの屈折率及び主成分化学組成の分析を進めており，神戸山ー花立山火山列及び櫛ヶ峯起源の火砕物，並びに新島火山起源テフラ（宮塚山，式根島，新島山南部：小林ほか，2018）との対比の観点から検討を進めている。発表では，これらの検討結果を踏まえた，神津島火山の最新期活動における噴火史を報告する。

キーワード：テフラ層序、14C年代、噴火史、神津島火山
Keywords: tephrostratigraphy, 14C age, eruption history, Kozushima Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

三宅島・神津島・八丈島周辺の震源分布の特徴：速度構造との関連性
Characteristics of hypocenter distribution connected with velocity structures in and around Miyakejima, Kozushima and Hachijojima volcanoes

*萩原 弘子[1]、渡辺 秀文[1]
*Hiroko Hagiwara[1], Hidefumi Watanabe[1]

1. 東京都庁
1. Tokyo Metroplitan Government

The aim of this study was to examine the characteristics of seismic activities in association with the seismic velocity structures in and around the Izu islands. We focused on three seismic activities, the swarm off the west coast of Miyakejima on April 2013, the swarm off the northeast coast of Kozushima on April 2018 and the low frequency earthquakes beneath Hachijojima from 2003 to 2018. To construct the 3-D velocity structure models for Miyakejima and Kozushima we used the data of the swarm accompanied with the 2000 Miyakejima eruption, while for Hachijojima we used the data from 2003 to 2018 based on the Izu islands volcanic observation system. These travel times were adopted to the tomographic inversion method (Zhang and Thurber, 2003). The relocated precise hypocenters on the velocity imaging maps revealed an interesting relationship between seismicity and structure. In the target region, both Miyakejima and Kozushima swarms occur at 5-10 km and 2-6 km depth, in the border of high-velocity zones adjacent to or underlain by the low-velocity zones in figure 1 and figure 2. Their swarm regions were located nearby the two end sides of the 2000 swarm, where the huge seismic activity occurred repeatedly. That suggests the upward moving of magmatic fluids. In contrast, the Hachijojima earthquakes occur at 10-14 km depth in the middle-velocity area around a high-velocity zone in figure 3. This high-velocity zone is supposed to be somewhat cold body beneath Nishiyama volcano in Hachijojima. We interpret that the former low-velocity zones consist of hot magmatic materials and the latter high-velocity zone consists of the solidified volcanic body. On the basis of three case studies, it is suggested that volcanic fluids derived from hot magma or solidified magma caused the upper or surrounding seismic activities through complex crack systems.

キーワード：地震活動、速度構造、火山性流体、三宅島、神津島、八丈島
Keywords: seismic activity, velocity structure, volcanic fluid, Miyakejima, Kozushima, Hachijojima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

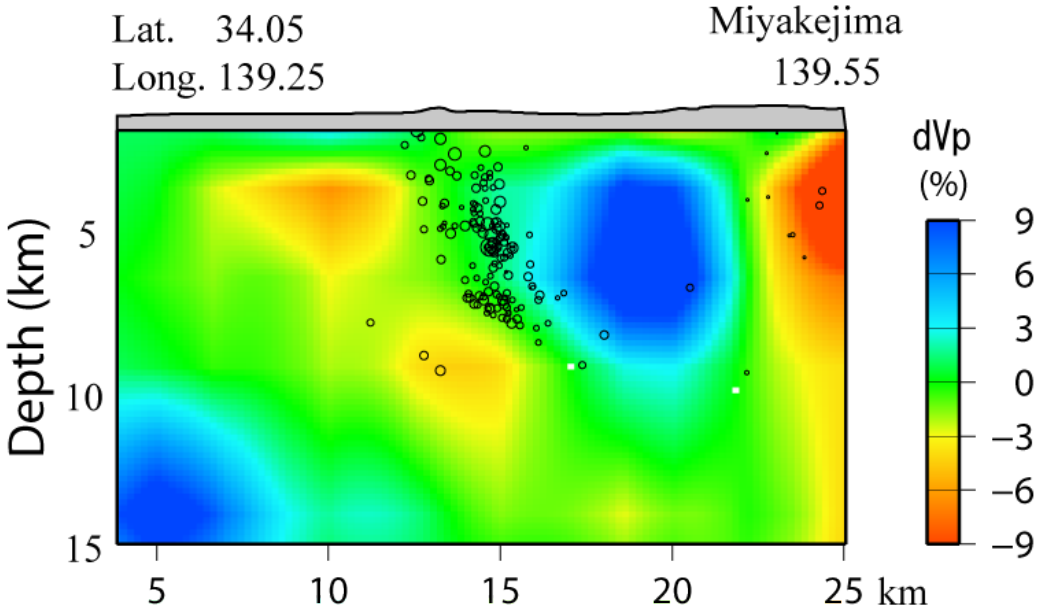


Fig. 1. E-W cross section of the dVp and relocated seismicity near Miyakejima.

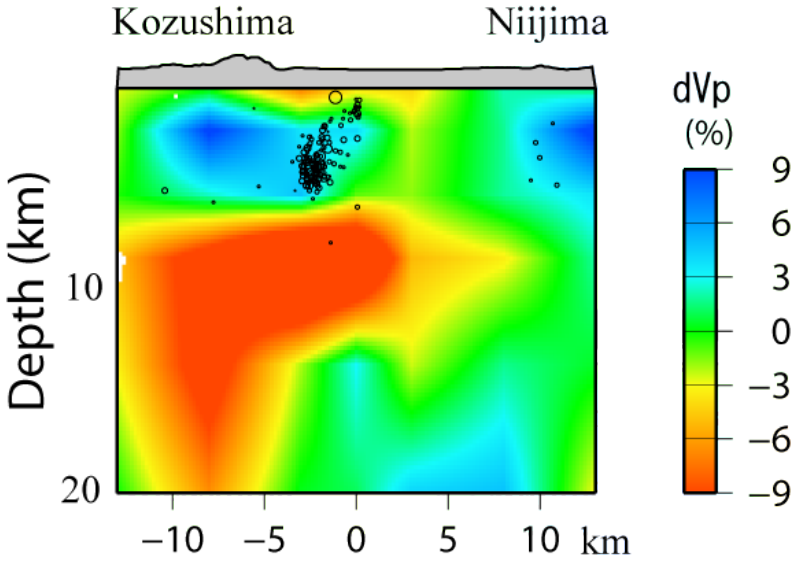


Fig. 2. Cross section of the dVp and relocated seismicity near Kozusima along the axis passing through Kozushima and Niijima.

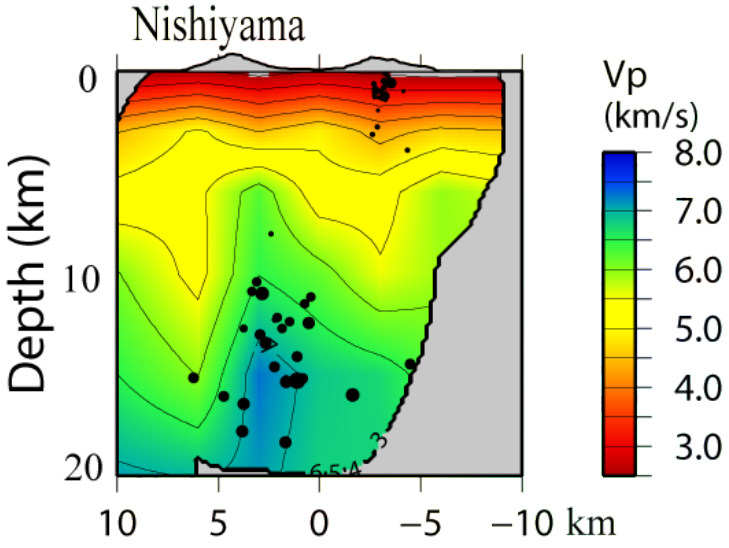


Fig. 3. Cross section of the Vp and relocated seismicity along the long axis of Hachijojima.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSキャンペーン観測による三宅島の地殻変動（2013年～2015年）
Deformation of Miyakejima volcano measured by GNSS campaign observation (2013-2015)

*渡部 陽奈[1]、松島 健[2]、福井 海世、渡邉 篤志[3]、及川 純[3]、奥田 隆[4]、小澤 拓[5]、宮城 洋介[5]
*Haruna Watanabe[1], Takeshi Matsushima[2], Miyo Fukui, Atsushi Watanabe[3], Jun Oikawa[3], Takashi OKUDA[4], Taku Ozawa[5], Yosuke Miyagi[5]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3. 東京大学地震研究所、4. 名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター 、5. 防災科学技術研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Earthquake and Volcanology Research Center, 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

三宅島は東京の約180 km南に位置する活火山で，20世紀以降では1940，1962，1983，2000年と約20年の間隔で噴火を繰り返している．Fukui et al. (2015) では，GNSSキャンペーン観測を行い2011から2013年における三宅島の圧力源の推定を行っている．そこで本研究ではさらに新しい期間である2013から2015年における三宅島の地殻変動と圧力源の位置，体積変化量を推定し，三宅島の圧力源の時間的変化を見積もった．

2013年9月2～6日，2015年8月31日～9月4日に，三宅島全体にほぼ均等に分布するように配置した15点の基準点においてGNSSキャンペーン観測を行った．このGNSSキャンペーン観測で得られたデータと国土地理院等が設置している連続観測点の同期間のデータを使用した．得られたデータを解析するためにGNSSリアルタイム・後処理基線解析ソフトウェアRTKLIBver.2.4.2（高須・他, 2007）を使用し，年ごとの観測点の座標値を求めた．

2013年から2015年における水平変位に基づいて圧力源を推定した．圧力源の推定変動の最適値は，火山の地殻活動を分析するために火山用地殻変動解析支援ソフトウェアMaGCAP-V（気象研究所地震火山部，2008）を使用することによって得られた．圧力源の位置は2011～2013年とは大きく変化していないが，深さ0.3～8 km程度の浅部では圧力源の収縮傾向が継続し，深さ13 km程度にあると推定される圧力源が膨張を続けていることがわかった．

本研究は，文部科学省「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」および東京大学地震研究所共同研究プログラムの助成を受けて実施された．

キーワード：三宅島、GNSS観測
Keywords: Miyakejima, GNSS observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆諸島御蔵島で確認されたテフラの記載岩石学的特徴
Characteristic properties of distal and proximal tephras in the Mikurajima Island, Izu Islands.

*田野 智大[1]、鈴木 毅彦[1,2]、小林 淳[2]、村田 昌則[2]
*Tomohiro Tano[1], Takehiko Suzuki[1,2], Makoto Kobayashi[2], Masanori Murata[2]

1. 首都大学東京都市環境科学部、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

伊豆諸島の御蔵島火山は東京都心部の南200㎞に位置する成層火山の島である．最新の活動時期は約6300年前（杉原・嶋田，1999）であり，有史以降の火山活動の記録はない．伊豆島弧の火山フロント上に位置する火山島の中では安山岩の産出頻度が高いという特徴を持つ（一色，1980）．

御蔵島火山に分布するテフラの研究は杉原・嶋田（1999），関口ほか（2001）があり，島内で計6枚のテフラ（上位より，神津島天上山テフラ：西暦838年，以下Iz-Kt，御蔵島火山の最新のテフラであるMk-3，鬼界アカホヤテフラ：7.3ka（町田・新井，2003），以下K-Ah，御蔵島火山起源の赤色スコリアであるMk-2，給源不明の流紋岩質テフラ：Mk-G，御蔵島火山起源の降下軽石であるMk-1）が記載・報告されている．このうちMk-3は地形的な特徴や等層厚線図から，島南東部の溶岩ドームから噴出したとされている（杉原・嶋田，1999）．しかしIz-Ktに対比されたテフラはその対比・同定の根拠が不十分であり，Iz-Ktと同年代に噴出した新島向山テフラ（西暦886年，以下Iz-Mk）との比較・検討が必要である．

両テフラは共に流紋岩質でSiO2=77-79%を示す．噴出年代が近く主要鉱物（bi,qt,ob：町田・新井，2003）や火山ガラスの屈折率（n=1.496 -1.497：町田・新井2003）も類似しており，遠隔地での識別が難しいとされてきた．最近杉内（2005）の報告などから，Iz-KtはIz-Mkと比較して火山ガラス中のK2Oの含有量がわずかに多いという特徴から識別が可能であることが明らかになってきた．両テフラは伊豆諸島の広範に分布する重要な指標テフラであり，御蔵島での分布を明らかにすることは正確な分布域や年代軸の提供につながると考えられる．

本研究では御蔵島で確認されたテフラについて報告する．現時点で確認されたテフラは18枚であり，うち4枚が先行研究で報告されたIz-Kt，Mk-1，2，3にそれぞれ対応する．現在までに得られた知見を以下に示す．

１）先行研究においてIz-Ktとされたテフラについて RIMS2000による火山ガラスの屈折率測定，SEM-EDSによる火山ガラスの主成分分析を行った．このテフラは地表直下の土壌中にクリプトテフラとして存在する火山ガラスである．火山ガラスの形態は軽石型（以下pm型）で，屈折率は1.496-1.497を示す．SEM-EDSによる主成分分析の結果はSiO2=77.0-78.5 wt.%，Al2O3=12.5-13.0 wt.%，FeO=0.5-1.3 wt.%，CaO=0.2-1.7 wt.%，K2O=2.7-3.9 wt.%，Na2O=3.6-4.6 wt.%であった．伊豆諸島の他島で確認されたIz-Kt，Iz-MkのK2Oの含有量はそれぞれ3.8 wt.%，3.5 wt.%を示すことから，このテフラはIz-Ktに対比され，御蔵島にIz-Ktが分布することが明らかになった．

２）御蔵島火山の最新噴火のテフラであるMk-3は礫交じりの黒色火山砂に挟まれた発泡の悪い黄色の降下軽石を主体とするテフラである．軽石の最大粒形は10㎝，最大層厚は>200㎝である．Mk-3テフラはその層相よりプリニアン式噴火によるテフラと考えられるが，Mk-3噴火の詳細は不明であり今後の検討課題である．Mk-3テフラ中の火山ガラスについてSEM-EDSによる主成分分析を行った．その結果 SiO2=62.3-70.7 wt.%，Al2O3=14.8-21.0 wt.%，FeO=2.2-3.8 wt.%，CaO=4.1-7.5 wt.%，K2O=0.3-0.9 wt.%，Na2O=3.8-4.4 wt.%を示した．SiO2の含有量からMk-3テフラは安山岩～デイサイト質であることが明らかとなった．

今後の課題として先行研究で記載・報告されたIz-KtやMk-Gのような指標となりうる島外起源テフラの対比・同定が挙げられる．指標テフラを用いることで御蔵島の噴火史の解明や伊豆諸島におけるテフラの正確な分布域や年代軸の提供につながると考えられる．また御蔵島火山の最新噴火であるMk-3噴火の詳細について把

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

握することは御蔵島の火山活動を把握するうえで重要である.

キーワード：伊豆諸島、御蔵島火山、火山活動史、神津島天上山テフラ
Keywords: Izu Islands, Mikurajima volcano, volcanin activity history, Kozushima Tenzyosan Tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pseudo thermal anomalies in the shortwave infrared bands of the Himawari-8 AHI and their correction for volcano thermal observation

*金子 隆之[1]、安田 敦[1]、吉崎 徳人[2]、高崎 健二[3]、本多 嘉明[4]
*Takayuki Kaneko[1], ATSUSHI YASUDA[1], Yoshizaki Yoshito[2], Takasaki Kenji[3], Yoshiaki HONDA[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 気象庁気象衛星センター、3. 水産研究・教育機構、4. 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Meteorological Satellite Center, Japan Meteorological Agency, 3. Japan Fisheries Research and Education Agency, 4. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Volcanic eruptions bring high-temperature gas or magma to the surface. Therefore, thermal observations of volcanic eruptions can be used to investigate the timeline of eruptive sequences. Eruptive activity includes processes that can change over short periods of time, which is sometimes related to the eruptive mode or the timing of its transitions. If we could observe short-term eruptive processes by detecting thermal changes, this would be beneficial for analyzing the eruptive sequence of volcanoes. Himawari-8 is a meteorological geostationary satellite operating above the equator at a longitude of 140.7 deg E and carrying a newly developed sensor, the Advanced Himawari Imager (AHI). With its improved performance, the Himawari-8 AHI enables the collection of high-frequency thermal observations that had never been obtained before. However, while observing volcanoes with the AHI, we noticed a frequent thermal anomaly in the nighttime 1.6-um and 2.3-um images. Because this anomaly occurred regardless of volcanic activity, it was considered to be a pseudo thermal anomaly. In-depth examination of the AHI observation data for several inactive volcanoes showed that the pseudo thermal anomaly was often seen around the vernal and autumn eclipse periods, and its in?uence persisted for about 6 months of each year. Further, daily variation of the anomaly peaked when it was midnight in the areas around 140 deg E. At this time and position, the AHI was facing the sun, suggesting that the anomaly was caused by stray light. We devised a correction method by assuming that the observed thermal radiance in a pixel consists of components from the radiating volcanic ground surface and stray light contamination. The latter can be estimated using values from nearby inactive pixels. Thus, the component from the radiating volcanic ground surface can be obtained by subtracting the estimated stray light from the observed thermal radiance. We evaluated the validity of this method using data from the 2017 Nishinoshima eruption and found that it satisfactorily removed the stray light component. An adoption of this correction allowed us to use all nighttime 1.6-um and 2.3-um images obtained by the AHI, half of which were formerly unusable due to the degradation caused by stray light.

キーワード：Remote　Sensing、 Himawari-8、stray light
Keywords: observation data correction, thermal anomaly, volcanoes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

臨時地震観測と広帯域MT観測による雲仙火山浅部で発生する火山性地震の研究

Shallow earthquakes in Unzen Volcano inferred from dense seismic observation and resistivity structure

*橋本 匡[1]、相澤 広記[2]、松島 健[2]、清水 洋[2]、林田 祐人[1]、湯浅 雄平[1]、塚本 果織[1]、山本 有人[3]、宮野 幹大[3]、神薗 めぐみ[1]、松本 聡[2]
*Hashimoto Tasuku[1], Koki Aizawa[2], Takeshi Matsushima[2], Hiroshi Shimizu[2], Yuto Hayashida[1], Yuhei Yuasa[1], Kaori Tsukamoto[1], Yuto Yamamoto[3], Kanta Miyano[3], Megumi Kamizono[1], Satoshi Matsumoto[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3. 九州大学理学部地球惑星科学科
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University

雲仙火山は長崎県の島原半島中央部に位置する成層火山である．1991年から1995年の一連の噴火では，溶岩ドーム直下で頻繁に地震が発生した(Umakoshi et al., 2001)．噴火停止以来，火山性地震は比較的少ない傾向を示していたが，2010年頃から徐々に普賢岳～平成新山直下の浅部において発生回数が増加するようになった(気象庁火山活動解説資料)．九州大学地震火山観測研究センターのルーチン構造を用いた震源決定や，気象庁火山活動解説資料によると，震源は普賢岳の近傍, 海抜下1～2ｋｍ付近に決定されている. また，気象庁火山活動解説資料によると2017年2月より, 普賢岳周辺において海水準より高い位置で発生する地震が報告されるようになった．気象庁によると2018年度は海水準より浅い地震が5個報告されている. この浅い地震の初動極性は, 気象庁や九州大学の定常観測点のデータを見ると引きが卓越しており, p波初動から数秒は比較的短周期であるが，コーダ波に長周期な振動が見られ，地震の継続時間は約20～30秒間続くという特徴がある．また，引きの初動極性が卓越した火山性地震がアイスランドのクラプラ火山で報告されている(Mildon et al., 2016).

本研究では，雲仙浅部で発生する地震をより詳細に解明することを目的とし，2018年8月より, オフライン臨時地震観測点12点を雲仙普賢岳周辺の2ｋｍｘ2ｋｍの範囲に設置し観測を継続している．また，同範囲内で地下の電気比抵抗構造を推定するため2018年10月～11月に広帯域MT観測を実施した．普賢岳周辺に地電位差2成分を12観測点で測定し，雲仙火山周辺に地磁気3成分-地電位差2成分を2地点で観測した．広帯域MT観測により，雲仙火山浅部の比抵抗構造を明らかにすることができ，熱水系と浅部で発生する火山性地震との関係解明が期待できる．

発表では2018年8月17日から11月14日の期間中に発生した火山性地震についての解析結果と, 解析が間に合えば比抵抗構造の初期解析結果を示し, 雲仙火山の浅部火山活動について議論する.

キーワード：火山性地震、雲仙火山
Keywords: volcanic tectonic earthquake, Unzen Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雲仙火山浅部で発生する火山性地震の波形の特徴
Characteristics of shallow volcanic earthquakes beneath the summit of Unzen Volcano

*宮野 幹大[1]、清水 洋[2]、松島 健[2]、松本 聡[2]、相澤 広記[2]、橋本 匡[3]、林田 祐人[3]、湯浅 雄平[3]
*Kanta Miyano[1], Hiroshi Shimizu[2], Takeshi Matsushima[2], Satoshi Matsumoto[2], Koki Aizawa[2], Hashimoto Tasuku[3], Yuto Hayashida[3], Yuhei Yuasa[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センター、3. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

雲仙岳は長崎県島原半島の中央部に位置する火山であり、多くの溶岩ドームから構成されている。1991年から1995年の噴火では溶岩ドーム直下で地震が頻発した。特に、1991年の溶岩ドームの出現直前には、山頂直下の海水準よりも浅い山体内で、孤立型微動が発生した（清水・他, 1992）。観測された孤立型微動はいずれも卓越周波数が2-4Hzと低周波であり、振動継続時間も30-180秒と長かった。1991-95年の噴火以降、噴火活動は停止しているが、2010年以降、山頂直下の浅部において火山性地震の発生が気象庁や九州大学大学院理学研究院付属・地震火山観測研究センターにより観測されている。この地震の発生メカニズムを解明するため、震源再決定と波形の解析に取り組んだ。

はじめに、2018年1月1日から2018年9月7日までの震源再決定を行った。再決定された震源は溶岩ドームや普賢岳の直下に分布し、震源の塊によって３つのグループに分かれた。グループ②、とグループ③の震源はそれぞれ深さ1km, 2kmに決まった。一方で、グループ①（この期間中には3イベント）は海水準より浅い溶岩ドーム直下に決定された。グループ①のP波初動極性は本研究で用いた観測データでは全て引きで、振動継続時間は他の２つのグループより明らかに長かった。次に、再決定された震源を用いてこれらの地震の震動軌跡を計算した。結果は、グループ②とグループ③は明瞭なP波とS波が認められ、構造地震に近いことを示した。一方で、グループ①のS波は不明瞭であった。また、卓越周期を調べるため、スペクトル解析を行った。グループ①の波形スペクトルは、グループ②やグループ③と比べると、高周波成分が小さく、低周波(2 –5 Hz)が卓越した。これらの結果を踏まえ、今後さらに詳細な波形解析を行い、これらの地震の発震機構について考察したい。

キーワード：雲仙、火山性地震、震動軌跡、スペクトル解析
Keywords: Unzen, volcanic earthquake, particle motion, spectral analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

雲仙普賢岳北東麓立野地区で見られる火砕物露頭と層序
Pyroclastic deposits and the stratigraphy on the outcrop to north east from Mt.Unzen

*長井 大輔[1]
*Daisuke Nagai[1]

1. 雲仙岳災害記念館
1. Mt.Unzen disaster memorial hall

雲仙普賢岳の平成噴火では、溶岩ドームの形成の過程で火砕流が発生し、周辺山麓に火砕流堆積物を残した。平成噴火以前から、普賢岳起源の火砕流堆積物の存在が指摘されており（小林・加藤,1985）、噴火後も雲仙火山の活動の中で多くの火砕流が発生してきたことが報告されてきた（小林・中田,1991、渡辺・星住,1995）。活火山である雲仙火山が今後どのような活動を行うか、過去の噴出物の層序と共に整理しその特徴を把握しておくことが今後の防災対策にも活かされる事項である。今回は普賢岳の北東山麓で数年にかけて新しい露頭が出現したので、その噴出物の記載と層序関係を報告する。

立野地区は島原市にあり、普賢岳の北東山麓、平成新山から約５ｋｍほどの位置にある。島原半島を横断する雲仙地溝の北縁にあたる千々石断層の延長にあたり、高さ約２０ｍ程度の断層崖の上にあたる場所にある。断層崖の南側は断層によって落ちた形になっており低く、眉山や普賢岳などの雲仙火山でも最新の堆積物で埋まっている。一方、立野は断層崖の上にあるため、最新の噴出物からの埋積から免れており、露頭として新規雲仙火山（約15万年より新しい）の一連の噴出物が観察できる場所である。過去に星住（1999）で模式露頭として報告もある（地点A）。今回、この場所に加え、立野地区で3か所の露頭（地点B,C,D）とより下流にある有明地区での露頭１か所（地点E）を加え、それらの火砕物の記載と層序関係の報告を行う。

新規雲仙火山の活動では、古いものから野岳、妙見岳、普賢岳、眉山などの形成があり、それぞれの活動時期に対応した火砕流堆積物や岩屑なだれ堆積物などが報告されている。野岳は、約７万年前、妙見岳は約３万年前（Hoshizumi et.al,1999）、普賢岳は約２万年前以降の活動で、普賢岳山頂や眉山の形成が約４千年前（小林・中田,1991、渡辺・星住,1995）である。立野の露頭では、下位に約9万年前の阿蘇４火砕流堆積物が見られ、それより上位の地層が見られる。つまり、野岳の時期から最近までの新規雲仙火山の露頭を見られることとなる、それぞれの特徴について整理する。立野の露頭約１０ｍの位置には、ブロック構造が特徴の岩屑なだれ堆積物が認められる。この上位に阿蘇４火砕流堆積物があり、少なくとも約9万年より古いことは分かる。立野南側には眉山周辺にある島原岩屑なだれ堆積物が知られているが、それとは層位が古くが起源は不明である。阿蘇４火砕流堆積物の上位には、青灰色の岩塊と同質の火山灰が特徴の一本松火砕流堆積物が見られる。立野地区は場所によって火砕サージ堆積物や二次的に動いた土石流堆積物として見られる。その上位には、約３ｍの厚さで黒色土壌が見られる。この土壌層の中には、デイサイト質岩片が点在するローム層が複数枚はさまり、黒色土壌中に洗浄して分かる形でAT火山灰起源（約2万９千年前）の火山ガラスが認められる。この土壌層内にある岩片や火山灰質ローム層は、妙見岳の活動期の噴出物と考えられる。その上位には、約２～３ｍの厚さでやや黄色みがあった岩塊と同質の火山灰が特徴の礫石原火砕流堆積物が見られる。礫石原火砕流堆積物は、再下位に火山灰層が見られ、途中火砕サージ堆積物など複数のユニットが確認できる。その上位には約３０ｃｍの火山灰層が見られる。同層は灰白色の礫が特徴で眉山形成期の六ツ木火砕流に伴う火山灰と考えられる。露頭の最上には保存が悪いが数ｃｍの平成噴火火山灰も見られる。

雲仙普賢岳北東山麓で新しい露頭を含め、雲仙火山の新規（約１５万年以降）の活動を記録する露頭の層序を記載し整理した。新しくこれまで見られていなかった岩屑なだれ堆積物もあり、今後起源の特定など研究の課題となった。活火山である雲仙火山の活動史を把握し、今後の防災対策にも活かされる成果としたい。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：活火山、火砕流、層序
Keywords: active volcano, pyroclastic flow, stratigrahy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相対重力計で観測された熊本県阿蘇地域における重力変化（2015-2018）
Relative gravity changes in Aso Volcano (Kumamoto Prefecture) observed from 2015 to 2018

*宮内 佑典[1]、風間 卓仁[1]、福田 洋一[1]、吉川 慎[2]、大倉 敬宏[2]、西島 潤[3]、藤光 康宏[3]
*Yusuke Miyauchi[1], Takahito Kazama[1], Yoichi Fukuda[1], Shin Yoshikawa[2], Takahiro Ohkura[2], Jun Nishijima[3], Yasuhiro Fujimitsu[3]

1. 京都大学理学研究科、2. 京都大学火山研究センター、3. 九州大学大学院工学研究院
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, 3. Graduate School of Engineering, Kyushu University

重力観測は火山活動に伴う質量分布変化を把握するのに有効な手法の1つである。熊本県の阿蘇火山では1964年から数年ごとに繰り返し相対重力測定が実施され、広域の重力時空間分布が観測されてきた(吉川ほか, 2009)。近年では2011年以降に火山活動の活発化が見られ、2016年3月に至るまでの年3～4回の高頻度な相対重力観測によって阿蘇火山内部における熱水質量の時空間変動が明らかになった(Sofyan et al., 2016)。しかしながら、2016年4月の熊本地震では阿蘇地域でも甚大な被害が発生し、高頻度の重力測定が困難となった。阿蘇火山の活動は2016年10月に水蒸気爆発が観測されてから静穏化の傾向を示したが、このような一連の火山活動サイクルを地下の質量移動の観点から理解することは将来の火山活動を予測する上でも非常に重要である。

そこで我々は、阿蘇火山周辺における火山活動活発期から静穏期にかけての重力変化を監視するために、熊本地震発生後に2017年5・8・11月および2018年3・5・8・11月に繰り返し相対重力測定を実施した。重力測定に用いたのは九州大学所有のCG5相対重力計（CG5-KYU; 2018年3月のみ）、京都大学火山研究センター所有のCG5相対重力計（CG5-AVL）、および京都大学理学部所有のLaCoste相対重力計G680（LC-G680）である。CG5-AVLは繰り返し測定をしていない期間に火山研で連続観測を実施していたので、この重力連続データを用いて長期の器械ドリフトを事前に補正した。また、それぞれの重力計で繰り返し測定時に得られた相対重力値から器械高・潮汐・短期的器械ドリフトの寄与を補正した。一方、 熊本地震以前はCG5-KYUを用いて2015年9・11月および2016年3月に、またCG5-AVLを用いて2016年3月に相対重力観測が行われたので、これらのデータについても同様の補正を実施した。さらに、絶対重力計で地震前後に観測された絶対重力値を用いることで、上記の相対重力データを全て絶対重力値に変換し、熊本地震前後における絶対重力の時空間変化を見積もった。

以上のようにして得られた絶対重力値は、火口周辺および火口北側の観測点で上昇していることが分かった。この絶対重力変化の中には熊本地震に伴う地殻変動の寄与が含まれているので、干渉SARによって得られた準上下変位（地理院地図より）に重力鉛直勾配の典型的な値-0.2 mGal/mを掛け合わせ、それを絶対重力変化から差し引いた。その結果、中岳火口から西側に4km以内の点で0.06～0.10 mGal程度の重力上昇が依然残った。この重力変化は阿蘇火山内部の質量分布の変動によるものと考えられる。今後は水準測量をもとに推定された球状圧力源(須藤ほか, 2006)などを参考にして質量変動モデルを構築することを目指す。また、重力鉛直勾配の値を再検討し、GNSS連続観測データを元に地表上下変位の寄与をより正確に補正するとともに、高頻度の相対重力測定を継続する予定である。

キーワード：重力変化、地殻変動、質量変化、阿蘇火山
Keywords: gravity change, crustal deformation, mass variation, Aso Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇火山における水準測量2018
Precise leveling survey in Aso volcano, 2018

*大倉 敬宏[1]、吉川 慎[1]、井上 寛之[1]、横尾 亮彦[1]、宇津木 充[1]、山本 圭吾[2]、内田 和也[4]、前田 裕太[5]、堀川 信一郎[5]、松廣 健二郎[5]、奥田 隆[5]、田ノ上 和志[5]、木股 文昭[7]、村瀬 雅之[6]、森 済[6]、三島 壮智[3]、小松 信太郎[2]、高谷 真樹[3]、及川 純[8]、石井 杏佳[3]、宮内 佑典[3]、木村 育磨[3]、内田 雅喜[3]、仲井 一穂[3]、瀧下 恒星[3]、千葉 慶太[4]、橋本 匡[4]、神谷 義之介[4]、山本 有人[4]
*Takahiro Ohkura[1], Shin Yoshikawa[1], Hiroyuki Inoue[1], Akihiko Yokoo[1], Mitsuru Utsugi[1], Keigo Yamamoto[2], Kazunari Uchida[4], Yuta Maeda[5], Shinichiro Horikawa[5], Kenjiro Matsuhiro[5], Takashi OKUDA[5], Kazushi Tanoue[5], Fumiaki Kimata[7], Masayuki Murase[6], Hitoshi Mori[6], Taketoshi Mishima[3], Shintaro Komatsu[2], Masaki Takaya[3], Jun Oikawa[8], Kyoka Ishii[3], Yusuke Miyauchi[3], Ikuma Kimura[3], Masaki Uchida[3], Kazuho Nakai[3], Kosei Takishita[3], Keita Chiba[4], Hashimoto Tasuku[4], Yoshinosuke Kamiya[4], Yuto Yamamoto[4]

1. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター、2. 京都大学防災研究所、3. 京都大学大学院理学研究科、4. 九州大学大学院理学研究院、5. 名古屋大学大学院環境学研究科、6. 日本大学文理学部、7. 東濃地震科学研究所、8. 東京大学地震研究所
1. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. DPRI, Kyoto University, 3. Graduate School of Science, Kyoto University, 4. Graduate School of Science, Kyushu University, 5. Graduate School, Nagoya University, 6. College of Human and Society, Nihon University, 7. TRIES, 8. ERI,Univ.of Tokyo

阿蘇火山周辺では2016年熊本地震による道路の寸断状況が2019年2月現在も継続している。しかし2018年4月には主要な道路の復旧作業が完了したため、我々は2018年9月30日から10月6日の期間において2012年9月以来となる水準測量を実施した。測量参加機関は、京大理、京大防災研、九大理、名大環境、日大文理、東濃地震科学研究所、東大地震研である。本講演では、熊本地震以降初めてでもある水準測量の結果を報告する。

水準測量は赤水、坊中、地獄・吉田、湯の谷の各路線（総延長は約42km）で実施された。地震時の地すべりやその後の災害復旧作業により遺失した水準点も少なくなかった（たとえばBM10406, BM10411）が、基準点を新設して対応した。その結果、すべての水準点間の往復測量が一等水準測量の許容誤差以内で行われた。特に27kmの閉合路線(BM10401~地獄路線～吉田路線～坊中路線～赤水路線～BM10401)における環閉合差が0.43mmとなり、高精度の測量を実施することができた。

2012年9月および今回の水準測量では、GEONET960701の基台である960701Aも測量路線に含まれている。そこで、2012年と2018年の測量期間をふくむ1ヶ月間のGEONET F3解の平均をとり、同期間の上下変位量をもとめ、この値を基準として、各水準点の上下変位量をもとめた。その結果、阿蘇山中岳火口の近傍の水準点(BM10408)において約30cmの沈降となった。そして、これらの上下変位量を、国土地理院による干渉SAR 結果の2.5 次元解析により得られた2016年熊本地震時の地殻変動の準上下成分と比較すると、その隆起・沈降域の分布やその量が概ね一致した。したがって、水準測量により検出された2012–2018年の上下変位は熊本地震時の地表変位をおおむね反映していると考えられる。

1963年以降の水準測量では、阿蘇山麓北側を不動点（基準）とした場合に、草千里（中岳火口から西約3km）を中心とするゆるやかな沈降（0.5cm/year以下）が検出されていた。しかし今回の測量結果は、2016年熊本地震時の地表変位を反映するもの（2012年9月と比較すると草千里周辺で約30cmの沈降）となり、火山性地殻変動検出という点では測量の継続性が途絶えてしまった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

しかし、今回得られた比高値は、今後の火山活動による地殻変動を検出する際のあらたな基準値として重要である。我々は、今後も繰返し水準測量を実施して行く予定である。

キーワード：阿蘇火山、地殻変動、2016年熊本地震
Keywords: Aso volcano, Crustal deformation, the 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

斜長石斑晶の化学組成から読み解く阿蘇カルデラ形成噴火第３サイクルにおけるマグマ進化

Magma evolution during the Aso-3 caldera-forming eruption cycle deduced from the chemistry of plagioclase phenocrysts

*松木田 悠希[1]、飯塚 毅[1]、牛久保 孝行[2]、清水 健二[2]、下司 信夫[3]、宮城 磯治[3]、浜田 盛久[2]
*yuki matsukida[1], Tsuyoshi Iizuka[1], Takayuki Ushikubo[2], Kenji Shimizu[2], Nobuo Geshi[3], Isoji MIYAGI[3], Morihisa Hamada[2]

1. 東京大学、2. 海洋研究開発機構、3. 産業技術総合研究所
1. the University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth and Science Technology, 3. The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Title

Magma evolution during the Aso-3 caldera-forming eruption cycle deduced from the chemistry of plagioclase phenocrysts

Author

Yuki Matsukida, Tsuyoshi Iizuka, Takayuki Ushikubo, Kenji Shimizu, Nobuo Geshi,

Isoji Miyagi, Morihisa Hamada

Introduction

Caldera-forming eruptions are the most destructive type of volcanic activity and exert a great influence on the Earth’s surface. Therefore, the underlying magmatic mechanism leading to caldera-forming eruptions is of fundamental importance in volcanology. The Aso volcano is the largest (18×25 km in diameter) caldera in the southwestern Japan Island Arc and formed through four large eruption cycles. In this study, we have investigated the evolution of magmas that erupted during the second youngest cycle among the four cycles, the Aso-3 cycle at 123 ka. It ejected >150 km^3 of pyroclasts that are divided into the following four units in stratigraphic ascending order: 3W, a plinian pumice fall deposit; 3A, a pumice flow deposit containing dominantly aphyric pumice and glassy ash; 3B, a scoria flow deposit characterized by abundant aphyric scoria; and 3C, a scoria flow deposit consisting mainly of porphyritic scoria and glassy ash matrix.

On the basis of major and trace element compositions and Sr-Nd-Pb isotope ratios of whole rocks as well as phenocrysts, Kaneko et al. (2015) argued that the pre-eruptive magma chamber was chemically stratified from a mafic lower part to a felsic upper part. The previous study further estimated water contents in the melts using the hygrometer based on plagioclase-melt partitioning of anorthite-albite components (Lange et al., 2009), but the estimates have large uncertainty. Here we determined hydrogen contents of plagioclase phenocrysts. By combining the hydrogen contents with major and trace element compositions of the plagioclase phenocrysts, this study aims to better understand pre-eruptive magma evolution and water behavior of the Aso-3 cycle.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Methods

Plagioclase as well as pyroxene and oxide mineral phenocrysts were separated from pumices of 3W, an obsidian clast of 3A, a welded clast of 3B, and a pumice clast of 3C. Major and trace elements in phenocrysts were quantified by electron probe microanalyzer (EPMA) and laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS), respectively. In LA-ICP-MS analysis, Ca contents measured by EPMA were used for internal standard normalization. OH contents in plagioclase phenocrysts were determined by secondary ion mass spectrometry (SIMS).

Results

Anorthite contents (#An) of plagioclase phenocrysts are variable even in individual units, but show the systematic increase in ascending order, consistent with the results of Kaneko et al. (2015). REE patterns of plagioclase and pyroxene show positive and negative Eu anomalies, respectively. Plagioclase Ce content degreases as #An increases (Figure 1). On the other hand, OH contents in plagioclase phenocrysts are significantly higher in 3W (~250 ppm) as compared to the others (<50 ppm) (Figure 2).

Discussion

OH contents in a plagioclase phenocryst of 3W are significantly higher than those of 3A-C, nevertheless Ce contents of plagioclase are not significantly different between 3W and 3A. Considering that the partition coefficients of Ce between anhydrous major minerals and melt are similar to those of OH, this finding suggests that H_2O was lost from the melt through gas exsolution or fractional crystallization of hydrous minerals. Alternatively, given the fast diffusion of hydrogen relative to Ce in plagioclase, it may be attributed to secondary loss of hydrogen from plagioclase phenocrysts of 3A-C during welding processes. From the observation of thin sections of 3W and 3A, however, microlite was rarely observed, suggesting that the secondary thermal effects would be restricted for both 3W and 3A. Furthermore, little hydrous phenocrysts have been observed from ejecta of the Aso-3 cycle. Therefore, the results of this study suggest that gas exsolution and degassing occurred between the eruptions of 3W and 3A.

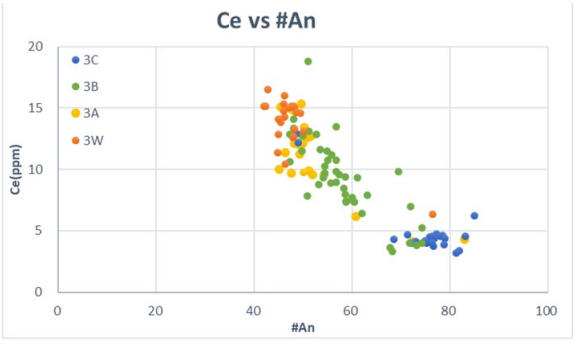


Figure 1 Ce vs anorthite contents for plagioclase phenocrysts

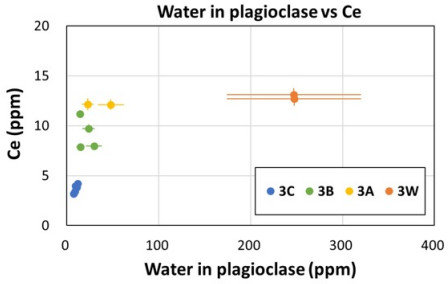


Figure 2 Water vs Ce contents for plagioclase phenocrysts (The water contents were calculated from hydrogen concentrations in the phenocrysts)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

噴火微動の継続時間と噴出量の関係
Relationship between duration of eruption tremor and eruption volume

*森 亜津紗[1]、熊谷 博之[1]
*Azusa Mori[1], Hiroyuki Kumagai[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻
1. Nagoya University Environmental Studies

我々はこれまでに複数の火山の噴火微動と爆発地震について、*S*波の等方輻射が成立する5 - 10 Hz帯の地震波形データを用いて、震源振幅(A_s [m^2/s])と累積震源振幅(I_s [m^2])の関係を調べた(Mori and Kumagai, JpGU, 2017, 2018)。A_sはエンベロープ波形に対し、最大振幅を含む10秒窓での平均振幅を求め、幾何減衰と非弾性減衰の効果を補正し全観測点で平均した値で、震源での最大振幅の大きさに相当する。一方I_sは、エンベロープ波形全体に上記の減衰効果を補正し微動の継続時間で積分した値で、振幅の累積値に相当する。我々はA_sとI_sがべき乗関係にあり、その関係性が噴火微動と爆発地震では異なることを示した。さらに、2011年の霧島のサブプリニー式噴火について、傾斜計データから推定された噴出率と我々が推定したA_sの値を比較したところ、A_sは噴出率と比例関係にあった。今回我々はさらに、エンベロープ波形の時間変動についても調べた。その結果、噴火微動の継続時間(T [s])と噴火規模の間に規則性があることが分かったので報告する。

本研究ではまず、I_sとA_sの値からエンベロープ幅(p [s])を算出し、pとI_sの関係を評価した。pはI_s/A_sとして定義され、地震波形の継続時間を表す指標として用いることができる(Kumagai et al., JGR, 2018)。その結果、噴火微動ではpがI_sの0.4乗に比例することが分かった。また各噴火のエンベロープ波形を比較したところ、振幅が徐々に大きくなった後、振幅がピーク振幅に近い大きさでおおよそ一定になる状態が比較的長時間続き、その後徐々に振幅が小さくなるという特徴がみられた。さらにややばらつきはあるものの、pが最大A_sの値とともに増加していく傾向がみられた。また、エンベロープ波形を下底の長さがT、高さがA_sとなる台形として近似すると、例外はあるが上底と下底の比がおおよそ一定になっていた。よって、pはTに比例すると考えられる。さらにA_sと*噴出率*は比例関係にあるので、I_sと噴出量(V [m^3])もまた比例関係にある。したがって、上記のpとI_sの関係はTがVの0.4乗に比例するということを示している。プリニー式噴火については、世界の様々な火山で発生した幅広い規模の噴火の規模や様式、継続時間などの情報が先行研究によってまとめられている(Mastin et al., JVGR, 2009)。そこで先行研究にまとめられているTとVの値と我々の結果を比較したところ、我々が推定したTとVの関係は先行研究の値と整合的であった。よってプリニー式噴火では、幅広い規模の噴火において、噴出量が噴火微動の継続時間とともに増加していく傾向にあることが分かった。これらの結果は、噴火微動の継続時間と噴出量の間に規則的な関係が成り立っていることを示している。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年3月の新燃岳噴火に伴う地殻変動
Crustal deformation accompanied with the eruption of Shinmoe-dake in early March 2018

*渡部 豪[1]、横田 崇[1]、倉橋 奨[1]、榎本 賢大[1]
*Tsuyoshi Watanabe[1], Takashi Yokota[1], Susumu Kurahashi[1], Kenta Enomoto[1]

1. 愛知工業大学
1. Aichi Institute of Technology

本研究では，火山噴火のメカニズムを明らかにすることを目的に，霧島山中央部に位置する新燃岳を対象とし，2018年3月上旬に起こった一連の火山活動に伴う地殻変動について，2013年1月1日から2018年3月25日の九州地方（主に九州地方で，山口県，愛媛県の一部を含む）に分布するGEONET観測点（150点）で得られたF3解を用いて解析を行い，地下の圧力源（マグマソース）の推定を行った．

ここでは，F3解に対して，GNSS受信機・アンテナ・レドーム交換などによる日毎の観測点座標値のオフセットの除去を行った後，初日（2013年1月1日）を基準とした，東西・南北・上下方向への座標変換を経て，観測点毎の変位の時系列を作成した．続いて，それらの時系列にWdowinski et al.（1997）の方法を適用し，季節変動や日毎の座標値のばらつきが原因で生じた共通誤差成分を取り除いた．また，対象とする火山活動の期間中の地殻変動に影響を及ぼす因子として考えられる，2016年熊本地震による粘弾性緩和について，国土地理院の3枚の矩形断層モデルによる地震時のすべりを与え，Fukahata and Matsu’ura (2005; 2006) のコードを利用して，九州全域に及ぶ地震後5年間の地殻変動を計算し，得られた観測点変位の補正を行った．この解析では，厚さ25 kmの弾性体がMaxwell 粘弾性体の上に横たわる二層の水平成層構造を仮定した．また，粘弾性体の粘性率は2.0×10^{18} Pasと仮定し，その他の物性パラメータは，Fukahata and Matsu’ura（2005; 2006）で使用された値を用いて計算を行った．その他の因子として，フィリピン海プレートの沈み込みに伴う弾性変形の推定を行い，元のデータを補正した．ここでは，Hirose et al.（2008）のフィリピン海プレートの上面形状に基づき，九州地方下に沈み込むプレートの境界面を170枚の矩形断層で近似し，矩形断層のすべりによるグリーン関数は，Okada（1985）の定式に基づいて計算し，プレート間の固着に伴う弾性変形を推定した．同解析では，観測値として，2013年1月1日から2016年3月31日までのGNSS変位速度データ（水平・上下成分）を用い，観測値と計算値の残差二乗和が最小になるという条件，隣り合う矩形断層で固着率の推定値がなめらかになるような拘束条件をかけた．最後に，新燃岳周辺のGEONET 7観測点で得られた変位データに対し，膨張期（2017年7月1日～2018年2月28日）と収縮期（2018年2月14日～2018年3月25日）に生じた火山変動をよく説明するための圧力源の経度・緯度・深さの推定を行った．ここでは，経度について130.6～131.1˚まで，緯度について31.7～32.1˚までの範囲をそれぞれ0.001˚刻みで，深さについて4～15 kmの範囲を0.1 km刻みで設定し，グリッドサーチを行い，観測値と茂木モデルを用いた地殻変動の計算値との残差が最小となるものを最適解とした．なお，圧力源の体積変化については，膨張期に1.6×10^{7} m^3の体積増加，収縮期に0.7×10^{6} m^3の体積減少という，気象庁の推定値を採用した．

この結果，膨張期には，最大で14 mmの南東方向への変位が950486観測点で得られ，他の観測点でも新燃岳火口から等方的に伸張するセンスの変位が示され，矩形のダイク貫入より球状の圧力源を仮定したほうが地殻変動をよく再現できると考えられる．一方，収縮期には，最大で8 mmの変位が膨張期と同様に950486観測点で得られた．これら二つの時期で，変位パターンは，概ね互いに逆センスであった．また，膨張源・収縮源の位置は新燃岳火口直下ではなく，火口から6～7 km北西方向に離れた場所に位置することが明らかとなった．これらの結果は，気象庁の結果と概ね調和的であるが，気象庁の結果と比べて膨張期における圧力源の深さが4 kmほど深部に推定された．これについては，今後，詳細な検証が必要となるが，使用した観測点の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

数や圧力源との位置関係，地形の効果などに依存している可能性があると思われる．今後，地形の効果を考慮した解析や圧力源の推定位置に関する誤差の見積もりなどを含めた議論を行う．

キーワード：新燃岳、GNSSデータ、2016年熊本地震に伴う粘弾性変形、フィリピン海プレートの沈み込みによる弾性変形、マグマだまりの推定
Keywords: Shinmoe-dake, GNSS data, visco-elastic deformation due to the 2016 Kumamoto earthquake, elastic deformation by subduction of the Philippine Sea plate, estimation of magma chambers

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSS観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源
Sources under Iwo-yama, Kirishima Volcanoes derived from GNSS observation and Precise leveling survey.

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1]
*Yuki Koga[1], Takeshi Matsushima[2], Kazunari Uchida[2], Dan Muramatsu[1], Yuichi Iwasa[1]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu university , 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University

硫黄山はここ数年火山活動が活発な霧島火山の活火山の一つである。2013年12月以降火山性地震が多く発生してから火山活動が活発化し始め、2015年12月には地表に熱異常域が形成され噴気活動が始まり、2018年4月には水蒸気噴火も発生するなど、熱水活動の盛んな火山である。森田（2018）において、2015年6月～2017年10月に実施された鉛直方向の変位を検出できる水準測量で捉えられた地殻変動は、硫黄山噴気域の東150mの地表からの深さ約700mの地点の球状圧力源の増圧によるものと推定された。この深さは、MT探査によって推定された粘土層と考えられる難透水層の下面（Tsukamoto et al., 2018）に一致しており、粘土層がキャップロックとなり深部から上昇してきた熱水がその下面に溜められ、圧力をためているのではないかと推定された。ただ、森田（2018）の圧力源は水平変動が考慮されていない。水準測量で検出した上下変動にGNSS観測によって検出された硫黄山周辺の水平変動を用いて、硫黄山のより詳細な圧力源モデルの推定を試みた。

噴火前の期間①（2017年10月～2018年3月）では、硫黄山を中心とする最大約1.5㎝の隆起と硫黄山の噴気域を中心とする放射状の水平変動が捉えられた。この地殻変動のパターンから圧力源を球状圧力源と仮定して、標高補正茂木モデルを用いてモデリングを行った。その結果、硫黄山の直下深さ780mに位置する球状圧力源の4.7×10㎥の体積増加と推定された。深さはTsukamoto et al.(2018) で推定された粘土層の下面の深さに概ね一致しており、噴火前に粘土層の下面で圧力源が膨張していたことが考えられる。噴火後の期間②（2018年6月～2018年10月）においては、硫黄山を中心とする最大3.5㎝の上下変動や硫黄山の山体を中心とする大きい水平変動が捉えられた。この変動の圧力源を推定した結果、ここでも硫黄山の直下深さ720ｍに位置する球状圧力源の5.6×10㎥の体積増加によるものと推定された。よって、噴火の後も粘土層の下面において球状圧力源が膨張を続けており、噴火が再び発生する可能性が高まっていると考えられる。

期間①の山体のGNSS観測点には球状圧力源の体積増加では説明できない水平変動が捉えられていた。これは粘土層下の圧力源の体積増加に伴って、熱水が粘土層の亀裂を通って上昇し、山体浅部の間隙水圧や温度を上昇させたことで、地殻が膨張したものであると考えられる。また、期間①と期間②で推定したそれぞれの圧力源位置を比較したところ、噴火を挟んで北西へ約150m程度移動していた。噴火後の硫黄山では新しい熱異常域の形成や噴気活動の活発化などが山体の西側で確認されており、硫黄山の火山活動が西側へ遷移する様子を反映しているものであると考える。さらに、これらのモデルによる硫黄山周辺の連続観測点（硫黄山から2～3㎞）の水平変位と実際に観測された水平変動を比較したところ、モデルによる変位を上回る水平変動が捉えられていた。このことから硫黄山周辺に別の圧力源が存在する可能性を考え、霧島全域のGNSS連続観測点の変動データを用いて圧力源のモデリングを行ったところ、これらの地殻変動は硫黄山から約5㎞離れたえびの岳付近の深さ約7kmに位置する球状圧力源の体積増加によるものであると推定された。この圧力源はNakao et al. (2013) で推定された新燃岳の2011年噴火の前後の地殻変動源と整合的で、新燃岳のマグマだまりの体積変化によるものと考えられる。

よって硫黄山周辺の地殻変動は、粘土層下の熱水だまり、熱水の上昇に伴う山体浅部の地殻変動源、新燃岳のマグマだまりの３つの圧力源で説明することができることが分かった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：硫黄山　、GNSS観測、精密水準測量
Keywords: Iwo-yama, GNSS observation, Precise leveling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSS 観測と精密水準測量から推定される霧島硫黄山の地下圧力源
Sources under Iwo-yama, Kirishima Volcanoes derived from GNSS observation and Precise leveling survey.

*古賀 勇輝[1]、松島 健[2]、内田 和也[2]、村松 弾[1]、岩佐 優一[1]
*Yuki Koga[1], Takeshi Matsushima[2], Kazunari Uchida[2], Dan Muramatsu[1], Yuichi Iwasa[1]
1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University

At Iwo-yama that active volcano located in Ebino kogen volcanic area of Kirishima Volcanoes, fumarolic activity has risen again from December 2015 after dozen year's silence and suddenly increasing of seismicity (50 times and more a day) and volcanic tremors was observed several times. And phreatic eruption occurred in April 2018. Morita (2018) inferred inflation spherical pressure source as Mogi source from leveling survey between June 2015 and December 2015. The source's depth is about 700m beneath Iwo-yama and the source was considered that correspond with bottom of conductive layer inferred clay layer from MT survey (Tsukamoto et al., 2018). But, leveling can detect vertical displacement only and the inferred source is not considered horizontal displacement. So, we will improve pressure source inferred from leveling adding detect horizontal displacement from GNSS observation in this study.

As result of the observation, radial crustal deformation was detected several months before the occurrence of the phreastic eruption and after the eruption occurred. Estimating those displacement using an elevation-modified Mogi model, volume increse of the pressure source located at 700m depth below Iwo-yama was estimated. The depth of this pressure source coincided with the depth of the clay layer and it was found that the pressure source had expanded under the clay layer before the eruption occurred. But, for the GNSS observation point of the edifice before eruption, displacement which can't be explained by the pressure source under the clay layer has been detected. This displacement is thought to be due to the rise of hot water to the shallow part as the pressure source under the clay layer expands.

We conducted GNSS continuous observation point around Iwo-yama established by Japan Meteorological Agency to verify the pressure source under the clay layer. As a result, displacements which can't be explained by this model detected at these observation points. Using the GNSS continuous observation points throughout Kirishima, we estimated the pressure source of this displacement. Then, we could estimate the spherical pressure source located 7 km deep in the vicinity of Ebino-dake. This model is consistent with the source of crustal deformation before and after the eruption of Shinmoe-dake volcano in 2011 estimated by Nakao et al. (2018). Therefore, those displacement is thought to be due to volume change of magma chamber of Shinmoe-dake. In conclusion, the crustal deformation around Iwo-yama is due to these three sources, spherical pressure source under clay layer, displacement due to hot water rising to shallow part of Iwo-yama, magma chamber of Shinmoe-dake.

This work was partly supported by MEXT under Integrated Program for Next Generation Volcano Research and Human Resource Development, and under Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program.Also it was suppoerted by ERI, The University of Tokyo under Joint Usage Program.

キーワード：硫黄山、GNSS 測量、水準測量
Keyword：Iwo-yama, GNSS observation, Precise leveling survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GNSSデータによる姶良カルデラ周辺の広域上下変動
Regional vertical deformation around Aira caldera from GNSS data

*仲井 一穂[1]、井口 正人[2]、大倉 敬宏[3]
*Kazuho Nakai[1], Masato Iguchi[2], Takahiro Ohkura[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. 京都大学防災研究所附属火山活動研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

姶良カルデラ周辺の広域地盤変動を調べるためにGNSSデータを用いて上下変位の解析を行なった．

使用したデータは国土地理院のGEONETのF3解とRINEXデータ，京都大学桜島火山観測所のGPS観測点のRINEXデータである．解析期間はGEONETの960719観測点で隆起速度が18mm/yrより大きかった1998年～1999年と2015年～2016年のそれぞれ2年間とした．桜島火山観測所の観測点の日座標は，それぞれの観測点に最も近いGEONETの点のF3解を基準座標とした相対測位を行うことで決定した．座標の計算にはRTKLIBを用いている．決定した日座標のデータから年周および半年周成分，地震時とアンテナ交換に伴うステップを取り除き，期間ごとに上下動の変位速度を求めた．霧島周辺の上下変位速度には韓国岳下およそ9kmにある圧力源の体積変化による影響が含まれていると考えられるので，Nakao et al.（2013）の圧力源の位置を参考に地盤変動量を求め，その影響を取り除いた．

解析結果から，姶良カルデラの中心から動径方向に隆起と沈降の2つの領域が存在することがわかった．まず，姶良カルデラの中心から半径20km以内において隆起している様子が解析した2つの期間で共通して見られた．隆起量は姶良カルデラの中心に向かうほど大きくなり，最も大きな値となった桜島北部の観測点では1998～1999年では26mm/yr，2015-2016年では20mm/yrとなった．一方，沈降の領域は1998年～1999年では姶良カルデラから半径20～30km，2015年～2016年では姶良カルデラから半径30～40kmの領域で検出された．沈降量は両期間ともおよそ3mm/yrであった．

得られた上下変位速度のデータから茂木モデルに基づき圧力源の位置と体積変化量の推定を行なった．1998年～1999年の期間では姶良カルデラの地下10kmの深さの増圧源と地下14kmの深さの減圧源が推定され，それぞれの体積変化量はおよそ$+1.8\times10^7 m^3$と$-1.5\times10^7 m^3$であった．2015年～2016年の期間では姶良カルデラの地下10kmの深さの増圧源と地下30kmの深さの減圧源が推定され．それぞれの体積変化量はおよそ$+1.5\times10^7 m^3$と$-3.3\times10^7 m^3$であった．体積変化量のオーダーは両期間とも増圧源と減圧源でほぼ等しい．

以上の結果より，今回得られた上下変位速度の空間分布は深部の減圧源と浅部の増圧源で説明ができることがわかった．浅部の増圧源の位置はHotta et al.（2016）で求められたマグマ溜まりであるとされるA-sourceと一致している．また，体積変化量を考慮すると，深部から浅部のマグマ溜まりへマグマが移動することにより圧力源の体積の増減が現れている可能性がある．

キーワード：姶良カルデラ、GNSS、上下変動
Keywords: Aira caldera, Global Navigation Satellite System, vertical deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水準測量によって測定された桜島火山の地盤上下変動（2017 年11 月～2018 年11 月）

Vertical ground deformation in Sakurajima volcano measured by precise leveling survey (during Nov. 2017 - Nov. 2018)

*山本 圭吾[1]、松島 健[2]、吉川 慎[3]、井上 寛之[3]、園田 忠臣[1]、瀧下 恒星[1]、仲井 一穂[1]、内田 雅喜[3]、大柳 諒[3]、神谷 義之介[2]、大倉 敬宏[3]
*Keigo Yamamoto[1], Takeshi Matsushima[2], Shin Yoshikawa[3], Hiroyuki Inoue[3], Tadaomi Sonoda[1], Kosei Takishita[1], Kazuho Nakai[1], Masaki Uchida[3], Ryo Oyanagi[3], Yoshinosuke Kamiya[2], Takahiro Ohkura[3]

1. 京都大学防災研究所、2. 九州大学理学研究院、3. 京都大学理学研究科
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Fuculty of Sciences, Kyushu University, 3. Gruduate School of Science, Kyoto University

平成26 年度より開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」における課題「桜島火山におけるマグマ活動発展過程の研究」の一環として，昨年度に引き続き，2018 年11 月に桜島火山において一等水準測量の繰返し観測を実施した．本講演では，この測量の結果について報告し，2017年11 月に実施した前回測量以降の桜島火山の地盤上下変動について議論する．

水準測量を実施した路線は，桜島西部山腹のハルタ山登山路線，北部山腹の北岳路線の2 路線である．路線総延長は約21 km であった．これらの路線を，2018 年11 月12 日～29 日の期間において測量に当たった．測量方法は，各水準点間の往復測量で，その往復差は一等水準測量の許容誤差を満たすようにした．測量器材の事前調整を行い，これらの器材を用いて注意深く測量を行った結果，測量における誤差は，1 km 当りの平均自乗誤差が，ハルタ山登山路線および北岳路線においてそれぞれ±0.25 mm/kmおよび±0.18 mm/km となり，高精度の一等水準測量を行うことができた．

桜島西岸の水準点BM.S.17 を不動点（基準）とし，各水準点における比高値を，前回の2017 年11 月に行われた測量結果（山本・他，2018）と比較することで，2017 年11 月から2018 年11 月の期間の約1 年間における地盤上下変動量を計算した．計算された地盤上下変動量から，桜島中央部付近において，地盤沈降（最大で-6.2 mm）が生じていることが確認された．また，桜島北岸に近い北岳路線の水準点においても地盤沈降が認められた．前々回から前回測量までの2016 年11 月から2017 年11 月の期間においては，北岳路線の水準点において地盤隆起が測定されていた．北岳路線において地盤沈降が測定されたことは，2018 年11 月までの1 年間に姶良カルデラ地下のマグマ溜まりにおいて増圧があったとしてもそれほど顕著ではないことを示唆する．

茂木モデルに基づき，得られた上下変動量データから圧力源の位置と体積変化量を求めた．測量を実施した水準点の空間分布が限られているため試行的な結果であるが，南岳直下の深さ約1.7 km に減圧源（体積減少量約37 万立方メートル）が推定された．2017 年11 月～2018 年11 月の期間，南岳直下のマグマ溜りにおいてはマグマ放出により減圧傾向であることが示唆される．

キーワード：桜島火山、精密水準測量、地盤上下変動
Keywords: Sakurajima volcano, precise leveling survey, vertical ground deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

繰り返し相対重力観測で明らかになった桜島火山における1990年代以降の重力時空間変化

Spatiotemporal gravity variations from the 1990s in Sakurajima Volcano, revealed by repeated relative gravity measurements

*大柳 諒[1]、風間 卓仁[1]、山本 圭吾[2]、大島 弘光[3]、岡田 和見[3]、園田 忠臣[2]、井口 正人[2]
*Ryo Oyanagi[1], Takahito Kazama[1], Keigo Yamamoto[2], Hiromitsu Oshima[3], Kazumi Okada[3], Tadaomi Sonoda[2], Masato Iguchi[2]

1. 京都大学理学研究科、2. 京都大学防災研究所、3. 北海道大学地震火山研究観測センター
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. DPRI, Kyoto University, 3. ISV, Hokkaido University

重力観測は火山内部の質量移動を捉えるのに有効な手法の1つである。桜島火山では1975年から相対重力計による重力観測が開始され、2018年までに計20回の繰り返し観測が実施されてきた。このうち、南岳噴火の活発期である1975年～1992年については風間ほか(2018)によって長期的な地殻変動および重力変化のモデル化が行われた。それによると、水準測量で得られた桜島内外の上下変位は2つの球状圧力源の収縮で説明できるが、桜島島内における相対重力値の上昇についてはこれらの球状圧力源の収縮では十分再現できないことが分かった。そこで風間ほか(2018)は北岳直下の深さ5 kmに地殻変動を伴わないような質量増加を仮定し、ここで6.0 E+10 kg/yr（年間6000万トン）の質量蓄積があれば桜島島内の相対重力変化を説明できることを示した。しかしながら、風間ほか(2018)でモデル化されたのは1975年～1992年の質量変動のみであり、それ以降現在までの長期的な質量変動モデルは提案されていない。桜島直下における質量蓄積が現在も継続しているかどうかを知ることは、今後の桜島の火山活動を予測する上でも非常に重要である。

そこで本研究は、1990年代後半から2018年に至る約20年間のGPSデータおよび相対重力データを解析し、この期間の長期的な圧力源変動および質量変動を以下のようにモデル化した。まず、我々はTakayama and Yoshida (2007)の手法を用いてGEONET F3解の水平変位場から桜島火山活動以外のテクトニックな地殻変動場を補正した。次に、姶良カルデラ直下におけるマグマだまりの膨張を想定し、テクトニック場補正後の地殻変動データをMogi (1958)の球状圧力源モデルによって再現した。このとき、球状圧力源の位置や膨張量はグリッドサーチ法によって決定した。その結果、姶良カルデラ中央部の深さ9.0 kmに5.5 E+6 m3/yrの体積膨張速度を持つ球状圧力源が存在すれば、GEONETの地殻変動場を最もよく再現できることが分かった。この球状圧力源に伴う重力変化は萩原(1977)の式によって計算できるが、そもそも地球上の地殻変動では地球重心との距離変化が最も重力変化に効くため、圧力源膨張（による地殻隆起）に対する重力変化は負の値を取る。しかしながら、同期間に桜島島内で観測された重力変化速度は正の値を持っているので、球状圧力源の膨張だけでは桜島の重力変化を説明できないことが分かる。

桜島島内で観測された重力変化から球状圧力源の膨張に伴う重力変化を補正すると、補正後の重力変化速度は山頂部のS110で+7.49 microGal/yr、西側山麓のS16で+1.61 microGal/yrとなった。ここで我々は、この重力時空間変化を再現するために点質量に伴う理想的な重力変化を計算した。なお、この計算に必要なパラメーター（点質量源の位置や質量増加速度）については今回は試行錯誤的に決定した。その結果、桜島中央部の海抜下3.3 kmの位置に2.3 E+10 kg/yr（年間2300万トン）の質量増加を設定すれば実際の重力変化をよく再現できることが分かった。すなわちこの結果は、桜島直下における質量増加は現時点でも継続しているものの、その増加速度は南岳活発期（1970年代～90年代前半）の半分未満に低下している、ということを示唆している。ただし、本研究のここまでの解析においては、GEONETの鉛直変位データを使用していない、モデル計算時にいくつかの簡単化を行っている、球状圧力源や点質量源に関するパラメーターの誤差を検討していない、などいくつかの問題を抱えている。今後はこれらの問題点を解決することで変動モデルを洗練化し、桜島内部の質量移動プロセスをより明らかにしていきたい。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：桜島火山、相対重力、地殻変動、質量変化、マグマ、陸水
Keywords: Sakurajima Volcano, relative gravity, crustal deformation, mass variation, magma, hydrology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

UAVを用いた噴火中の桜島火山の火口内状況把握
Investigation into the crater of Sakurajima volcano during eruption using UAV

*三浦 俊介[1]、望月 拓実[1]、藤田 浩司[1]、浦山 利博[1]、佐々木 寿[1]、千葉 達朗[1]
*Shunsuke Miura[1], Takumi Mochiduki[1], Kouji Fujita[1], Toshihiro Urayama[1], Hisashi Sasaki[1], Tatsuro Chiba[1]

1. アジア航測株式会社
1. Asia Air Survey Co.,Ltd

1. はじめに

活動中の火口地形を計測することは、火山学的にも防災上も重要な情報を得られるが、火口上空の飛行は噴火に巻き込まれるリスクがあり危険である。桜島の南岳は長期間にわたり活発な噴火を繰り返しており、地形の変化も激しい。南岳にはA火口とB火口があり、さらに東斜面に昭和火口がある。これまで、その形状を明らかにするために、国土交通省が、活動の合間に、航空レーザ測量を定期的に実施してきた。しかし、活動の活発化でこのような計測は困難となってきている。とくに昭和火口よりもさらに西側の、南岳山頂火口の地形計測が困難であった。そこで本研究では、桜島南岳山頂火口及び昭和火口の詳細な火口状況を把握するため、UAVによる近接撮影とSfM/MVSを活用した地形計測を試みたので報告する。

2. 桜島昭和火口、山頂火口の撮影

使用したUAVはMatrice210（DJI社製）で搭載したカメラはZENMUSE X4S（可視光）とZENMUSE XT2（熱赤外）である。DJI社製の機体には安全対策として、離着陸地点から対地高度500mの高度制限がかけられているため、立入り規制範囲外のアミダ川の上流部（標高600m付近）を離着陸地点とした。1100ｍまで上昇できれば、火口縁の高度よりも十分高い。

撮影は2018年11月29日AM9:58～、11月29日AM12:12～、11月30日AM10:05～の計3回、約15分の動画撮影方式で行った。1回目と2回目の撮影の間には、山頂火口で2回の噴火があり（11月29日AM10:19とAM10:48）、噴火前後の火口内の撮影にも成功した。

可視光での撮影では、麓の監視カメラではわからない昭和火口内部の状態を確認することができた。一方、南岳AおよびB火口の内部は、立ちこめる噴煙で、明瞭には撮影できなかった。熱赤外での撮影では、可視光ほどの解像度は得られなかったが、南岳山頂火口内部の噴煙の移動状況などを確認することができた。また、熱赤外ではヘリでの撮影よりも高解像度の動画を撮影することができ、昭和火口においては火口壁の成層構造も確認することができた。

3. 3Dモデルとオルソ画像の作成

撮影した可視光の動画から画像を切り出し、SfM/MVSにより昭和火口の0.5m解像度のオルソ画像と3Dモデルを作成した。モデル作成に使用した画像は452枚で、画像の切り出しからモデル作成までは約5時間かかった。昭和火口は、ほとんど活動が停止しており、一部の噴気を除けば、火口底を明瞭に撮影できた。一方、山頂火口（南岳A火口および南岳B火口）は噴煙の影響が大きく、火口上空に点群が多数あらわれ、火口底は判然としなかった。今後は可視光と比較して噴煙の影響が少ない熱赤外の計測結果を用いて、SfM/MVS解析を試みる予定である。

4. まとめ

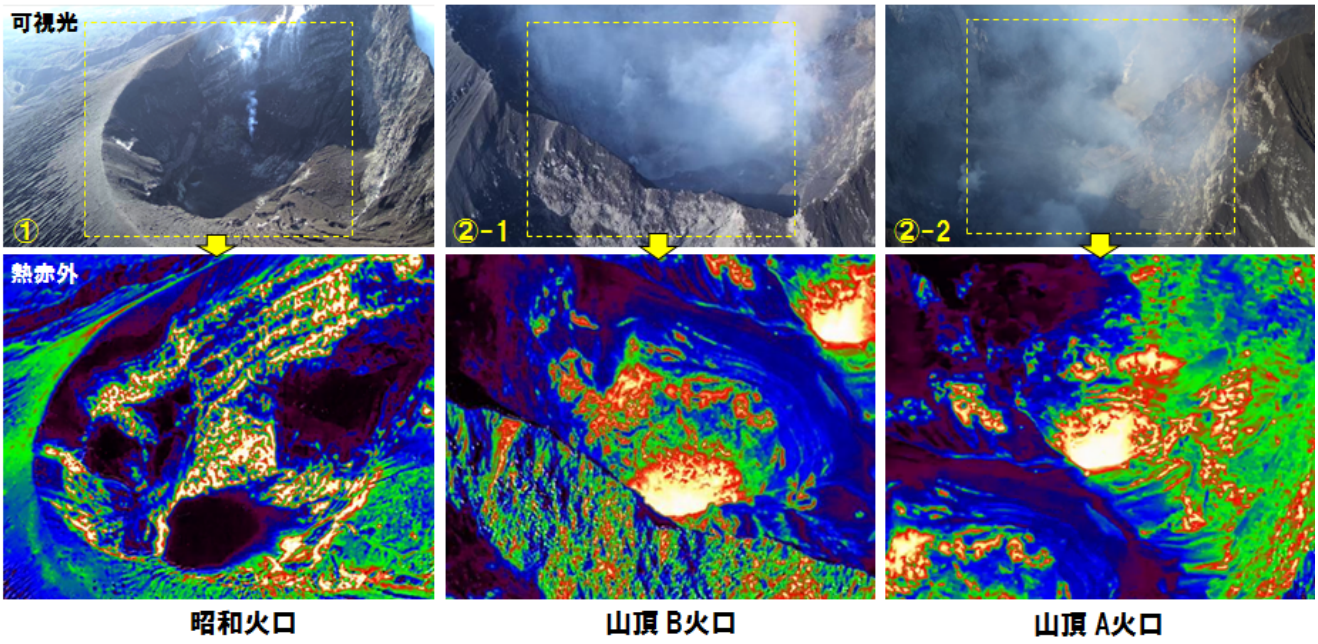
今回のUAVの飛行コースは、昭和火口の真上から噴火中の南岳B火口の縁までは行ったが、活動中の火口上空には入っていない。噴煙の影響を排除し、よりクリアな映像を得るためには、火口上空あるいは火口内部への低空飛行が必要であると思われる。現状では映像はSDカードに記録されているため、帰着しての回収が大前

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

提であるが、将来的には、通信によって得られる画像からのモデル作成が望まれる。

本研究は、文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト課題D1の一環で行ったものである。離着陸地点の立入りについては京都大学と鹿児島森林管理署の協力と許可を頂いた、ここに記して感謝申し上げます。

キーワード：無人航空機、活火山、SfM/MVS、熱赤外画像
Keywords: UAV, Active Volcano, SfM/MVS, Thermal infrared image



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic refraction and wide-angle reflection experiment in southern Kyushu, Japan: (3) the 2018 exploration report

*宮町 宏樹[1]、高橋 浩晃[2]、青山 裕[2]、大園 真子[2]、椎名 高裕[6]、髙田 真秀[2]、一柳 昌義[2]、山口 照寛[2]、薄田 悠樹[2]、齊藤 一真[2]、伊藤 ちひろ[2]、村井 芳夫[2]、中垣 達也[2]、筒井 智樹[3]、竹井 瑠一[3]、多田 悠也[3]、山本 希[4]、平原 聡[4]、中山 貴史[4]、東 龍介[4]、鈴木 秀市[4]、佐藤 利典[5]、蔵下 英司[6]、安藤 美和子[6]、田中 伸一[6]、池澤 賢志[6]、山田 知朗[6]、中東 和夫[7]、前田 裕太[8]、堀川 信一郎[8]、松廣 健二郎[8]、奥田 隆[8]、辻 修平[8]、十川 直樹[8]、片尾 浩[9]、澁谷 拓郎[9]、三浦 勉[9]、中川 潤[9]、米田 格[9]、為栗 健[9]、瀧下 恒星[9]、仲井 一穂[9]、山下 裕亮[9]、松島 健[10]、内田 和也[10]、宮町 凛太郎[10]、八木原 寛[1]、平野 舟一郎[1]、久保 武史[1]、坂尾 健有[1]

*Hiroki Miyamachi[1], Hiroaki Takahashi[2], Hiroshi Aoyama[2], Mako Ohzono[2], Takahiro Shiina[6], Masamitsu Takada[2], Masayoshi Ichiyanagi[2], Teruhiro Yamaguchi[2], Yuki Susukida[2], Saito Kazuma[2], Chihiro Ito[2], Yoshio Murai[2], Tatsuya Nakagaki[2], Tomoki Tsutsui[3], Ryuichi Takei[3], Yuuya Tada[3], Mare Yamamoto[4], Satoshi Hirahara[4], Takashi NAKAYAMA[4], Ryosuke Azuma[4], Syuichi Suzuki[4], Toshinori Sato[5], Eiji Kurashimo[6], Miwako Ando[6], Shinichi Tanaka[6], Satoshi Ikezawa[6], Tomoaki Yamada[6], Kazuo Nakahigashi[7], Yuta Maeda[8], Shinichiro Horikawa[8], Kenjirou Matsuhiro[8], Takashi OKUDA[8], Shuhei Tsuji[8], Naoki Sogawa[8], Hiroshi Katao[9], Takuo Shibutani[9], Tsutomu Miura[9], Nakagawa Jun[9], Itaru Yoneda[9], Takeshi Tameguri[9], Kosei Takishita[9], Kazuho Nakai[9], Yusuke Yamashita[9], Takeshi Matsushima[10], Kazunari Uchida[10], Rintaro Miyamachi[10], Hiroshi Yakiwara[1], Shuichiro Hirano[1], Takeshi Kubo[1], Kenyu Sakao[1]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科、2. 北海道大学大学院理学研究院、3. 秋田大学国際資源学部、4. 東北大学大学院理学研究科、5. 千葉大学大学院理学研究院、6. 東京大学地震研究所、7. 東京海洋大学学術研究院、8. 名古屋大学大学院環境学研究科、9. 京都大学防災研究所、10. 九州大学大学院理学研究院

1. Kagoshima University, 2. Hokkaido University, 3. Akita University, 4. Tohoku University, 5. Chiba University, 6. University of Tokyo, 7. Tokyo University of Marine Science and Technology, 8. Nagoya University, 9. Kyoto University, 10. Kyushu University

[1] Primary Objective

Southern Kyushu is a typical island arc region: subduction of Philippine Sea plate under Kyushu off Hyuganada with high seismic activity, the Aira caldera with active volcanic activity, the extending Okinawa trough, and the East China Sea. Our project is aimed at clarifying the detailed velocity structure of the crust beneath southern Kyushu and recognizing interactions with crustal activities in these regions.
It is also concerned about the occurrence of large-scale eruptions at the Aira caldera larger than the 1914 Taisho eruption in Sakurajima volcano. Accordingly, we also intend to reveal the caldera structure of the Aira caldera in order to deepen the understanding of the present magma supply system beneath the Aira caldera.
This reports an outline of the second seismic exploration carried out in November 2018.

[2] Report of Seismic Exploration in 2018

For our purpose mentioned above, we carried out the first seismic exploration in November 2017, which consists of 9 shot points with charges of about 200 kg dynamite in the land area and 906 temporary seismic stations including 42 OBSs along about 165 km long profile running transversely across the Osumi Peninsula, the central part of the Aira caldera, the Satsuma Peninsula, the Koshiki Strait and the Koshiki Islands.
The second seismic exploration was carried out in November 2018. In this 2018 exploration, 872

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

temporary seismic stations were deployed along the 2017 seismic main profile. The equipment at each station is same as that in 2017. In addition, we widely deployed 49 seismic temporary stations with a 4.5 Hz three components seismometerand a portable data logger ”GSX” in Sakurajima volcano in order to estimate the 3-D velocity structure beneath the volcano.
In the 2018 exploration, artificial explosions by the seismic air-gun blasting system(6000 cubic inches) were applied at 50m or 100m intervals along the sea profiles (Profile-B, Profile-D, Profile-F, Profile-H). We successfully observed the seismic refraction and reflection signals generated from the air-gun in a distance range of more than 20 km. We also introduced 4 big vibrator vehicles in the land area, which vibrates continuously during about 4 hours at the fixed locations. In addition, we carried out the seismic reflection profiling with 5 km long profile in the northeastern area in Sakurajima volcano.

Acknowledgement : This project is mainly funded by the Kyushu Electric Power Co., Inc. The JGI Inc. conducted the artificial explosions, and the Hanshin Consultants Co., Ltd shared a part of the temporary seismic observation.

キーワード：速度構造、南九州
Keywords: velocity structure, southern Kyushu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

幸屋火砕流の流動・堆積機構
Flow and emplacement mechanism of Koya Ignimbrite

*鈴木 桂子[1]、中岡 礼奈[1]、山根 朋己[2]
*Keiko Suzuki-Kamata[1], Reina NAKAOKA[1], Tomomi Yamane[2]

1. 神戸大学 海洋底探査センター、2. 神戸大学大学院理学研究科
1. Kobe Ocean-Bottom Exploration Center , 2. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University

Koya ignimbrite sourced from Kikai caldera 7.3 ka and traveled across the sea to reach the adjacent islands and the mainland of south Kyushu 40-90 km distant. Proximal facies of Koya ignimbrite, called Takeshima pyroclastic-flow deposit, comprise two or more flow units with a maximum thickness of 30 m, but the distal deposits collectively called Koya ignimbrite are consist of one flow unit and are exclusively very thin. Lag Breccia of Koya ignimbrite is recognized as layer 2b of 5 m thick on Takeshima and layer 1 of 2 m thick on Satsuma-Iwo Jima.

Koya ignimbrite contains essential pumices and volcanic glasses, both exhibiting a bimodal compositional distribution, e.g., ~60 and ~70 wt.% SiO_2 (Fujihara and Suzuki-Kamata, 2013). In addition to the silicic component, reflecting contribution the mafic component increases upwards from the basal to middle level of the deposit, and this vertical variation likely indicates progressive aggradation of pyroclasts. Koya ignimbrite overlies the ground layer consisting of crystal and fine pumice 1~5cm thick, and segregation pipe is commonly recognized in the ignimbrite in distributed area. The pyroclastic-surge deposit showing cross lamination overlies the ignimbrite on south of Osumi Peninsula. The surge deposit is rich in the mafic component, and suggests that the surge is formed at the late stage of ignimbrite eruption.

Koya ignimbrite distributes from the shoreline to the highland 1900m above sea level in Yakushima. Koya ignimbrite shows different lithofacies depending on altitude, which is thick and massive deposit more than severeal meters thick at lower area, and thin less than 50cm and composed of layer 1 at the base at higher altitude of 1600m above sea level. Mafic component is contained from the base of Koya ignimbrite in the north-west area on Yakushima both the lower area and the higher area, but mafic component increases upwards from the basal to middle level of the deposit in south-west area of Yakusima as same as Kyushu, Kuchinoerabujima and Tanegashima. This suggests that the earlier Koya ignimbrite climbing up the mountain area flows back due to the gravity in the north-west area and deposited thick at the lower area.

While silicic component can be recognized throughout the ignimbrite, mafic component exist only at the upper level of it at Tanegashima. The early phase products of Koya ignimbrite eruption reached to Tanegashima because this vertical variation is equal to that of the ignimbrites on proximal area, Satsuma Peninsula and Osumi Peninsula (Fujihara and Suzuki-Kamata, 2013). Lower contents of mafic component from upper most level compared with that of Osumi Peninsula suggest that the flows which contain abundant in mafic component occured at the later phase of the ignimbrite eruption cannot reach to Tanegashima. This is conformable the fact that the ignimbrites on Osumi Peninsula are thicker than that of Tanegashima. Based on above, it is estimated that Koya ignimbrite lost a great many amount of pyroclasts in the sea during traveling across the sea and the Koya ignimbrite widely lies on the sea floor around Kikai caldera. Koya ignimbrite became the low aspect ratio ignimbrite after passing the sea area, and low density pyroclastic surge was formed in the mountain area reflecting the topography.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：拡散型火砕流、幸屋火砕流、鬼界カルデラ
Keywords: low-aspect ratio ignimbrite, Koya ignimbrite, Kikai caldera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

開聞岳南方海域の崩れ地形の成因を海底地形とマルチチャンネル反射波地震探査から探る

Investigating Origin of landslide-like bathymetric feature at southern Mt.Kaimon using bathymetric and multichannel seismic reflection surveys

*山口 寛登[1]、清水 賢[2]、井和丸 光[2]、佐野 守[2]、島 伸和[3,2]、堀内 美咲[3]、松野 哲男[2,3]、巽 好幸[2,3]
*hiroto yamaguchi[1], Satoshi Shimizu[2], Hikaru Iwamaru[2], Mamoru Sano[2], Nobukazu Seama[3,2], Misaki Horiuchi[3], Tetsuo Matsuno[2,3], Yoshiyuki Tatsumi[2,3]

1. 神戸大学理学部惑星学科、2. 神戸大学海洋底探査センター、3. 神戸大学理学研究科惑星学専攻
1. Department of Planetology, Faculty of Science, Kobe university, 2. Kobe ocean-bottom exploration center, 3. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe university

開聞岳は4400年前に浅海域で活動を開始した火山であり、この火山の南方には海底地すべりのような地形があることが先行研究（海上保安庁2007）より分かっている。神戸大学海事科学部附属練習船深江丸での2018年3月と10月の探査航海で、この海域のマルチチャンネル反射波地震探査データと海底地形データが得られた。これらのデータを解析することで海底地すべりのような地形は地すべりで形成されたものなのか、もし地すべりならば発生源はどこなのかを調べた。海底地形データは海底地形図（図）にして、さらに地形解析として陰影図・傾斜量図・地形凹凸度指数（でこぼこ図）を求めた。反射波地震探査は地すべり状の地形を東西と南北に横切るような11本の測線で実施した（図のみどり線）。得られたデータから反射断面図を作成した。反射断面図からある反射面を境界として、崩れの影響を受けたとみられる厚さ70ｍほどの上層と広域にわたって安定して堆積した下層に分けられることが分かった。崩れの影響を受けたとみられる上層には逆断層や褶曲構造がみられ水平圧縮方向の力が加わったことを示している。海底地形図と上層の反射断面図から地すべりのような地形を大きく4つの異なった特徴を示すエリアに分け、それぞれ東部北側・東部南側・中央部・西部と名前を付けた。それぞれのエリアの特徴を次に示す。

・東部北側の地形は凹凸が激しく、傾斜量が大きい場所が点在している。反射断面図では、崩れの影響を受けた上層と受けていない下層の境界の反射面が不明瞭になっており、より深部まで崩れの影響を受けている。

・東部南側の地形は大部分で凸凹が少なく、傾斜量も小さい。反射断面図では、東西方向に走向をもつ逆断層がみられる。また成層構造が保たれた場所もところどころにみられる。

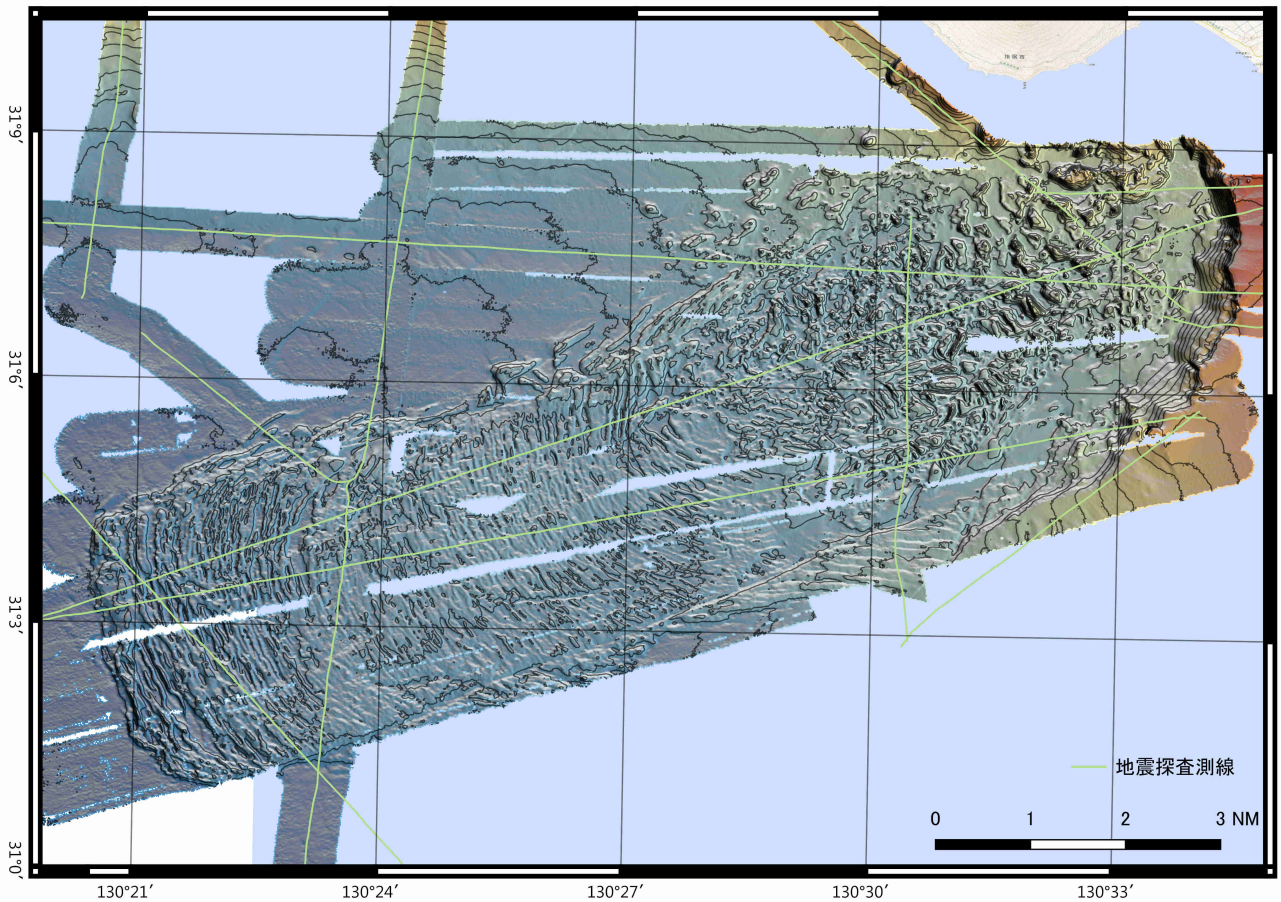
・中央部の地形は、他のエリアと比べて凹凸と傾斜量が穏やかである。反射断面図では、北北西-南南東方向に走向をもつ断層が多数みられる。また、成層構造が東と西の両端でみられる。

・西部の地形は東部北側ほどではないが、凹凸と傾斜量がともに大きい。反射断面図は中央部より少ないが南北に走向をもつ断層がみられる。

このような結果から、海底を押し流す地すべりが東部北側を発生源として起きた、流れの方向は東部では南方向、中央部から西部は西南西方向であると結論づけた。その理由は、東部北側でより深部まで崩れの影響を受けていること、断層や褶曲構造から推定される応力構造が東部で南北圧縮、中央部と西部はほぼ東西圧縮であること、地形の凹凸や傾斜が東側ほど大きくなる傾向があることがあげられる。

キーワード：反射波地震法、海底地形図、開聞岳
Keywords: seismic reflection, ocean bottom topography, Kaimondake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



国土地理院の電子地形図（タイル）に海底地形図と反射波地震探査の測線を追記して掲載

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

口永良部島火山2018-19年噴火降下火砕物の産状と分布
Occurrence and distribution of pyroclastic fall deposits of Kuchinoerabujima volcano 2018-2019 eruption

*長井 雅史[1]、中川 正二郎[2]、入山 宙[1]、三輪 学央[1]、棚田 俊收[1]、上田 英樹[1]、中田 節也[1]
*Masashi NAGAI[1], Shojiro Nakagawa[2], Yu Iriyama[1], Takahiro Miwa[1], Toshikazu Tanada[1], Hideki Ueda[1], Setsuya Nakada[1]

1. 防災科学技術研究所　火山防災研究部門、2. 屋久島地学同好会
1. Volcano Research Department, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Yakushima Chigaku Club

口永良部島火山新岳では2018年10月21日から断続的に噴火が始まった。東側に隣接する屋久島や種子島で降灰が認められるような比較的大きな噴火は2018年12月18日、12月28日、2019年1月17日、1月29日に発生した。このうち降灰軸が南東方向にあり陸上に降灰が少なかった12月28日噴火を除く3つの噴火について降灰調査を行った。口永良部島島内では2月上旬に調査を行った。また、気象庁口永良部島火山防災連絡事務所提供資料や地元住民等への聞き取り情報も利用した。

屋久島や種子島において堆積物はいずれも明灰色ないし淡く赤みを帯びた明灰色の砂質~シルト質火山灰層で、構成粒子は石質岩片や熱水変質岩片を主体とし新鮮なガラス質岩片は少ない。一連の噴火で最も降灰量が多かった1月17日噴火では、東に伸びる降灰軸上の屋久島北西部で400g/m^2程度、北東部で100 g/m^2程度、種子島南端部で20 g/m^2程度の堆積物が認められた。堆積物の一部は泥雨として降下した痕跡を持っていた。屋久島北部では細粒火山礫も多く含まれており、最大粒径は降灰軸よりも北側で大きい傾向があった。降灰軸と最大粒径分布の軸のずれは高度によって風向や風速が異なっていたことで説明されうる。口永良部島島内では一連の噴火全体の堆積物として火口から南東方向に降灰軸があり、約1.5kmの距離で約12kg/m^2の堆積量が確認された。このうち1月17日噴火に相当する層準は粗粒な砂礫質で長径5cm程度の火山礫を含む。

降下火砕物の噴出量は堆積密度を1000kg/m^3としてFierstein and Nathenson (1992)の方法により求めた。屋久島などの遠方の堆積量分布データからは2018年12月18日噴火では約2.9万t、1月17日噴火では6.2万t、1月29日噴火では1.4万tと見積もられる。いずれも同様な方法で見積もった2015年5月29日噴火の降下火砕物の噴出量（約12万t）より小さい。これらの遠方データに近傍地域である口永良部島内の堆積量を加味した場合、2018年12月~2019年1月の降下火砕物の合計は約13万t程度と見積もられる。

キーワード：テフラ、水蒸気噴火、水蒸気マグマ噴火、噴煙柱、琉球弧
Keywords: tephra, phreatic eruption, Phreatomagmatic eruption, eruption column, Ryukyu arc

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2/PALSAR-2干渉解析による国内の活火山周辺における地殻変動
Ground Deformation around Domestic Active Volcanoes detected by InSAR of ALOS-2/PALSAR-2

*谷口 隆文[1]、影山 勇雄[1]、奥山 哲[2]、安藤 忍[2]
*Takafumi Taniguchi[1], Isao Kageyama[1], Okuyama Satoshi[2], Shinobu Ando[2]

1. 気象庁、2. 気象研究所
1. Japan Meteorological Agency, 2. Meteorological Research Institute

地殻変動による火山活動の監視は噴火の予兆を捉える有用な手段の一つである. 気象庁では, 活火山周辺に傾斜計や光波測距儀, GNSSを設置し, 地殻変動による火山活動の監視を行い, 地下でのマグマの蓄積や移動の把握に努めている. しかし, これらの地上設置型の観測手法のみを用いる場合, 捉えることが可能な地殻変動は観測点での傾斜変動や観測点間の相対位置など点の情報に限定される. また，西之島のような離島では，観測機器の設置や維持管理が難しく,十分な観測体制がとられていないケースも存在する.このような状況で火山活動の監視を強化する手段の１つとして, 面的な地殻変動の把握が可能なSAR（Synthetic Aperture Rader，合成開口レーダー）の活用が有効である.本発表では, 気象庁及び気象研究所で実施した国内全ての活火山周辺におけるALOS-2/PALSAR-2差分干渉解析の長期ペア（2015年～2018年）の結果について紹介する.

本解析で用いたPALSAR-2データは, 火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて, 宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである. また, 一部のデータはPIXELで共有しているものであり, JAXAと東京大学地震研究所の共同研究契約によりJAXAから提供されたものである. PALSAR-2に関する原初データの所有権はJAXAにある. PALSAR-2の解析ソフトウェアは, 防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発されたRINCを使用した. また, 処理の過程や結果の描画においては, SRTM 90m Ver4.1の数値地図を元にしたDEHM及び国土地理院の数値地図10mメッシュ（標高）を元にしたDEHMを使用し, 地図の描画にはGMTを使用した. ここに記して御礼申し上げます.

キーワード：ALOS-2/PALSAR-2、干渉SAR、国内活火山
Keywords: ALOS-2/PALSAR-2, InSAR, Domestic Active Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Volcano-hydrothermal inflation revealed by the spatial variation of stress field at the Tatun Volcano Group, northern Taiwan

*Hsin-Chieh Pu[1], Cheng-Horng Lin[2,3,4,5], Ya-Ju Hsu[2], Li-Chin Chang[3]

1. Central Weather Bureau, Taiwan, ROC., 2. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, ROC., 3. Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan, ROC., 4. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan, ROC., 5. National Center for Research on Earthquake Engineering, National Applied Research Laboratories, Taipei, Taiwan, ROC.

To investigate the volcanic behaviors, the Taiwan Volcano Observatory at Tatun has deployed a dense seismic network in the Tatun Volcano Group (TVG), where the government and business metropolis-Taipei city is bounded and various phenomenon related to volcano-hydrothermal activity were found. This network is composed of 40 seismic stations for covering an area of ~10 km by ~10 km. Based on the seismic data recorded by this network, we have solved an extremely huge number of 1,016 earthquake focal mechanisms with depths less 5 km from 2012 to 2017. Then the detailed spatial variations of the local stress field near the surface are firstly inverted from these focal mechanisms. Overall, local earthquakes were dominated by both the sub-horizontal extensional stress striking ESE-WNW and sub-vertical compressional stress. In detail, the orientations of extensional stress formed the abnormal pattern of a couple of semi curves around the Dayoukeng area. In this particular area of Dayoukeng, the magnitude of compressional stress at the sub-vertical component was stronger than the others principle stresses based on the significantly lower ∅values in local than the surrounding area. We ascribe these local variations to an inflating phenomenon buried in the Dayoukeng area. This inflating mechanism should be induced by the volcano-hydrothermal fluid. The current volcano-hydrothermal activity represented by inflation is principally concentrated at the Dayoukeng area and disturbs the faulting behaviors of local earthquakes in the TVG.

Keywords: focal mechanism, stress field, Tatun volcano group, inflation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インドネシア・クラカタウ火山の2018年12月噴火に伴う地形変化と地殻変動

Topographic change and crustal deformation associated with December 2018 eruption of Krakatau volcano in Indonesia

*矢来 博司[1]、小林 知勝[1]、山田 晋也[1]
*Hiroshi Yarai[1], Tomokazu Kobayashi[1], Shinya Yamada[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

クラカタウ火山は、インドネシアのジャワ島とスマトラ島の間のスンダ海峡に位置する火山である。このスンダ海峡において2018年12月22日に高い津波が発生し、大きな被害が生じた。この津波がクラカタウ火山の噴火に伴う山体崩壊によって発生したと考えられたことから、クラカタウ火山の地形変化を把握するため、日本の地球観測衛星「だいち2号」（ALOS-2）に搭載された合成開口レーダー（PALSAR-2）のデータを使用し、噴火前と後の反射強度画像の分析を行った。その結果、噴火後の12月24日の反射強度画像において島の南西部に明瞭な地形変化が認められた。この24日までに島の南西部が崩壊したと考えられる。

また、この噴火前後での地殻変動を把握することを目的として、だいち2号のデータを用いてSAR干渉解析を実施した。その結果、アナク・クラカタウ島では干渉が得られなかったが、周辺に位置する島では衛星から遠ざかる向きの変動が捉えられた。変動の特徴はアナク・クラカタウ島付近を中心とした沈降・収縮を示唆するが、等方的ではなくやや南北に伸びており、単純な点力源ではない可能性がある。

（謝辞）SAR解析で用いたデータは、国土地理院と宇宙航空研究開発機構（JAXA）間の協定に基づき提供されたものです。また、使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

キーワード：クラカタウ火山、山体崩壊、地殻変動、SAR
Keywords: Krakatau volcano, volcanic collapse,, crustal deformation, SAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 国際会議室 2F

[S-VC38] 活動的火山

コンビーナ:前田 裕太(名古屋大学)、三輪 学央(防災科学技術研究所)、西村 太志(東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻)、座長:鈴木 毅彦、安井 真也

活動的火山における最近の噴火や歴史噴火、火山活動に伴う諸現象、火山体構造、各種計測技術開発などについて各種地球物理・地球化学観測・地質学的調査などに基づき学際的立場で議論する。火山活動の分岐現象の理解や予測に関する観測、理論、実験分野からの講演も歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[SVC38-01] 伊豆大島南西部「地層大切断面」における先カルデラ火山新期山体形成期以降，過去約2万年間のテフロクロノロジー

*鈴木 毅彦[1]、寺山 怜[1]、松風 潤[1]、加藤 佑一[1] (1.首都大学東京都市環境学部)

15:45 ~ 16:00

[SVC38-02] **伊豆諸島新島火山，大三山及び地内島におけるテフラ層序と間々下浦火山噴出物との対比**

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、青木 かおり[1]、石村 大輔[1,2]、鈴木 毅彦[1,2] (1.首都大学東京 火山災害研究センター、2.首都大学東京 都市環境学部)

16:00 ~ 16:15

[SVC38-03] クリスタルクロットを用いたプレ噴火プロセスの制約：雲仙平成噴火の例

*岩橋 くるみ[1]、安田 敦[1] (1.東京大学地震研究所)

16:15 ~ 16:30

[SVC38-04] ピナツボ火山1991年噴火の岩石学的研究　～マグマ供給モデルの検討～

*田村 智弥[1,2]、中川 光弘[2] (1.西日本技術開発株式会社、2.北海道大学大学院理学院地球惑星システム科学講座)

16:30 ~ 16:45

[SVC38-05] 浅間黒斑火山の火車岩屑なだれ堆積物の再発見

*安井 真也[1]、高橋 正樹[1]、金丸 龍夫[1] (1.日本大学文理学部)

16:45 ~ 17:00

Discussion

伊豆大島南西部「地層大切断面」における先カルデラ火山新期山体形成期以降，過去約2万年間のテフロクロノロジー
Tephrochoronology in the southwest part of basaltic Izu-oshima volcanic island during last 20,000 years, off Tokyo, Pacific Ocean

*鈴木 毅彦[1]、寺山 怜[1]、松風 潤[1]、加藤 佑一[1]
*Takehiko Suzuki[1], Satoshi Terayama[1], Jun Matsukaze[1], Yuichi Kato[1]

1. 首都大学東京都市環境学部
1. Faculty of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

はじめに

東京の南南西110 kmに位置する伊豆大島火山は，伊豆・小笠原弧北部の火山としては最も活動度の高い火山の一つである．玄武岩マグマに由来する本火山では頻繁に噴火が発生し，過去1800年間において12回の大規模なマグマ噴火が発生した．そしてこれらの詳細な噴火史が編まれてきた（中村，1964；小山・早川，1996；川辺，2012など）．しかしながら1.8 kaのカルデラ形成前の噴火史については詳細なデータが得られていない．そこで本研究では，先カルデラ火山新期山体（古期大島層群）（川辺，1998）と呼ばれる期間，すなわち1.8 ka以降に開始した活動期の噴出物に着目する．本講演では，それらが模式的に露出する島南西部の地層大切断面において実施した多数の放射性炭素年代測定，および島外から飛来したテフラの検討結果について報告する．

従来の研究

地層大切断面は伊豆大島南西部の都道路沿いにあり，長さ600 m以上高さ約20 mにわたる，多数の降下火砕物を含む風成層（一部，溶岩も含む）の連続露頭である．川辺（1998）によればこれらの大半は先カルデラ火山新期山体を構成するものである．田沢（1990），上杉ほか（1994）は本露頭に産出するテフラ（おもに降下堆積物）に上位からO1–95，Osb96–127の番号をふった．しかしこれらはほとんどが伊豆大島起源の降下スコリア火山礫，降下スコリア質火山灰など多数の類似したテフラ層からなるため，層厚なO95や，神津島・大室ダシから飛来した流紋岩質テフラO55とO58（斎藤ほか，2007）などを除くと各々の追認・確認は困難である場合が多い．また，上杉ほか（1994）は15の放射性炭素年代測定値に基づき，最下位のテフラは25 kaかそれよりも遡るとした．しかしこの推定は，14–13 kaを示す最も古い年代値2つの放射性炭素年代値（未較正）と，噴火頻度が一定（154年間隔）であったという仮定にもとづき降下火砕物の年代を求めており充分な精度がない．

本研究の成果

本研究では降下テフラ間の火山灰土に含まれる腐植を対象に，O55の上位，下位それぞれ9，16層準で放射性炭素年代測定を実施した．得られた最も古い年代値はO95の4 m下の18,598–18,287 cal BPである．また本露頭の重要指標層であるO95は16–17 kaと推定でき，上杉ほか（1994）の推定（19.4–19.7 ka）よりも2400–3700年若い．また新島の宮塚山テフラと対比されているO55（斎藤ほか，2007）の年代は11–12 kaと推定できる．このほかK-Ahを検出し，上下からそれぞれ6,882–6,747 cal BP，8,167–8,021 cal BPの年代を得ており，K-Ahの年代値 (7,307–7,196 cal yrs BP; McLean et al., 2018)と整合する．これまで本地点での噴火史構築に際し，O95とK-Ahの層位と噴出年代（それぞれ，19.4–19.7 kaと6,330±85 yBPが用いられた）は重要な役割を果たしてきた．しかしそれらの年代の更新により，同テフラ間の期間が67–75%短縮された．これにより噴火頻度はより大きくなる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：伊豆大島、噴火史、放射性炭素年代測定
Keywords: Izu-oshima, eruption history, carbon dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆諸島新島火山，大三山及び地内島におけるテフラ層序と間々下浦火山噴出物との対比

Tephrostratigraphy at Daisan-yama and Jinai-jima, and correlation with eruption deposits from Mamashitaura Volcanoes in Niijima Volcano, Izu-islands

*小林　淳[1]、村田 昌則[1]、青木 かおり[1]、石村 大輔[1,2]、鈴木 毅彦[1,2]
*Makoto Kobayashi[1], Masanori Murata[1], Kaori Aoki[1], Daisuke Ishimura[1,2], Takehiko Suzuki[1,2]

1. 首都大学東京 火山災害研究センター、2. 首都大学東京 都市環境学部
1. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigations, Tokyo Metropolitan Univ., 2. Department of Geography, Tokyo Metropolitan Univ.

伊豆諸島新島火山は，主に流紋岩の溶岩ドーム及び同質の火砕丘群で構成される。その形成史は地質層序及び岩石鉱物学的特徴により構築され，新島本島の西岸及びその沖合に位置する大三山及び地内島が最も古い山体の一部とされている（一色，1987，伊藤，1991）。一方，新島本島の南西崖に露出する間々下浦火山噴出物（伊藤，1993）は，層厚50m以上にも及ぶ厚い火砕堆積物の互層からなり，大規模かつ爆発的な火砕噴火の存在が示唆される。しかし，向山噴出物で大部分が覆われるため，地形地質学的な観点から，新島火山の噴火履歴上での位置づけを把握するのは難しい。本研究では，大三山及び地内島の両地点で確認できるテフラ層序を確立するとともに，鉱物組成，火山ガラスの屈折率・化学組成等の特徴に基づき，間々下浦火山噴出物との対比を行い，新島火山の長期的噴火履歴の構築を目指して検討を進めている。

大三山及び地内島では少なくとも20の噴火イベントに伴うテフラ層を確認できる。広域テフラATの層準を踏まえると，これらの地点には，第四紀後期（およそ過去5万年間程度）の新島火山及び周辺火山の爆発的噴火による堆積物が保存されていると考えられる。
両地点では，約2万年前以前のテフラとして，上位より，火山豆石を含む降下火山砂（N：赤崎峰テフラ：吉田，1992（略称は新島火山全体のテフラ名称（上位よりA，B…）：小林ほか（2018））），降下火山灰（P：神津島秩父山Aテフラ（菅ほか，1992）），AT，軽石混じり降下火山灰（S；神津島秩父山Bテフラ（菅ほか，1992）），径数cmの軽石密集部を伴う火砕サージ・降下火山灰（T），火山礫・軽石混じりの降下火山灰（V），軽石混じり火砕サージ堆積物（X）を確認できる。地内島では，さらに下位のテフラとして，変質した火山岩塊を多量に含む降下火砕堆積物（Y），上位の地層とは斜交関係にある火砕サージ堆積物（Z）を確認できる。Tテフラより下位のテフラの層厚・粒径は，同露頭における他の新島火山起源のテフラよりも大きいことから，それらの給源は大三山や地内島により近い間々下浦火山が候補に挙げられる。

間々下浦火山噴出物は，伊藤・磯部（2007）によれば，鉱物組成の違いや土壌層の挟在及びその中に含まれる炭化木片の^{14}C年代値より，カミングトン閃石流紋岩からなる上部間々下浦火山（噴出年代：約2万年前），黒雲母流紋岩からなる下部間々下浦火山（同：約3.5万年前以前）と大別されている。現地では，上部間々下浦火山噴出物は，層厚数10m以上の流紋岩の火山岩塊・火山礫及び軽石を多く含む火砕サージ・降下火砕物の互層からなり，下位ほど褐色変質した火山岩塊（玄武岩？）を多く含む。一方，下部間々下浦火山噴出物は，層厚20m以上の火砕流と火砕サージの互層が発達し，それらを覆って火山岩塊を多量に含む岩屑流及びこれと指交関係にある土石流状の堆積物が分布する。

大三山及び地内島で確認したテフラ（T，V，X等）及び間々下浦火山噴出物を対象に，鉱物組成観察，火山ガラスの屈折率測定及び主成分化学組成分析を実施した。
Tテフラは，角閃石及びカミングトン閃石を多く含み，火山ガラスの屈折率は1.497-1.500，K_2O量は

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3.0～3.3wt%，CaO量は0.7～1.0wt%を示す。この特徴は，上部間々下浦火山噴出物の一部層準（屈折率：1.496-1.499，K_2O量：3.0wt%前後，CaO量：0.7～0.9wt%）とよく類似する。一方，その下位にあたるV及びXテフラは，角閃石とカミングトン閃石に加えて黒雲母を含む点で下部間々下浦火山噴出物と類似するが，火山ガラスの屈折率及びCaO量が有意に異なることから，これらを対比することは困難である。

以上のことから，大三山及び地内島で確認できるテフラのうち，Tテフラは上部間々下浦火山の噴出物である可能性が高く，その年代は3万数千前と考えるのが適当である。一方，下部間々下浦火山の噴出物に対比可能なテフラは，現時点では大三山及び地内島には確認できず，その年代を評価することはできない。なお，地内島では，TテフラとVテフラとの間に層理が発達した軽石混じりの粗粒砂からなる厚い堆積物を確認でき，新島火山の山体形成を構築する上でその成因は興味深い。

キーワード：大三山、地内島、間々下浦火山、新島火山
Keywords: Daisan-yama, Jinai-jima, Mamashitaura Volcano, Niijima Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

クリスタルクロットを用いたプレ噴火プロセスの制約：雲仙平成噴火の例
Constration of pre-eruptive process using crystal clot: A case study of Unzen 1991-95 eruption

*岩橋 くるみ[1]、安田 敦[1]
*Kurumi Iwahashi[1], ATSUSHI YASUDA[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute,The University of Tokyo

1. はじめに

噴火のトリガーの一つとして，マグマだまりへのマグマ供給とそれに伴うマグマ混合が考えられている．このマグマ混合のプロセスがどのように起こるかは，混合後に噴火が発生するかそれとも噴火未遂に終わるのかを支配しうる．従って，マグマだまりにおける混合プロセスを知ることは噴火の開始，また噴火の推移のメカニズムについて理解する上で重要であると考えられる．

本研究では，雲仙平成噴火を対象とした．この噴火は1991-95年の期間にわたり継続した主にデイサイト質の非爆発的噴火であり，溶岩ドームの形成とその崩壊による火砕流の発生を繰り返した．また，活動の中で2回ブルカノ式噴火が発生している．この噴火に先立ち，無斑晶質の高温苦鉄質マグマと斑晶に富む低温珪長質マグマの二端成分混合が起こったと考えられている (e.g., Sato et al., 1999)．この噴火は地球物理・岩石学的研究が数多くなされており(e.g.,Kohno et al., 2008;Nakada and Motomura, 1999)，プレ噴火過程について理解する上で適した対象である．

ところで近年，角閃石単相の化学組成を用いた温度計・化学組成計が提案されてきている(e.g., Ridolfi and Renzulli, 2012; Putirka,2016). これらの温度計・化学組成計は，角閃石単相の化学組成のみから，角閃石の成長環境条件（共存メルトの温度と化学組成）を見積もることが出来る.著者らは，これまでに雲仙平成噴火の噴出物中の角閃石斑晶にこれらの手法を適用することで，雲仙平成噴火のプレ噴火過程においては以前より考えられていたような高温マグマと低温マグマの二端成分混合ではなく，高温・中温・低温の三端成分の混合が起こっていたという結果を得た(iwahashi et al.，JpGU2018).

平成噴火の噴出物中にはしばしばクリスタルクロットが含まれており，主に角閃石，斜長石，不透明鉱物により構成されている．また，マスバランス計算などにより雲仙火山のマグマだまりはマッシュ状であると考えられている (e.g., Nakamura, 1995)．結晶同士が接しており，かつ間に粒間メルトを残しているという特徴を持つことから，クリスタルクロットはマッシュ状マグマだまりの一部である可能性がある．このことから，クリスタルクロットを調べることで雲仙火山のマグマだまりについての有益な情報を得ることができると期待される．

そこで，本研究では，角閃石斑晶に加え，クリスタルクロットを用いて同噴火のプレ噴火過程について更に検討した．

2. 研究方法

本研究では，雲仙平成噴火の異なる時期に噴出した11の噴出物を試料として用いた．これらの試料はいずれもクリスタルクロットを含んでいた．クリスタルクロットは，角閃石，斜長石，Fe-Ti酸化物から構成されていた．これらのクリスタルクロットについて，角閃石，斜長石, 粒間メルトの化学組成の分析を行った．

3. 結果

クリスタルクロット中の角閃石は，Type A, Type B, Type C, Type Dの４種類に分類された．Type Aは累帯構造を持つもの，Type Bは反応縁を持つもの，Type Cは累帯構造と反応縁の両方の特徴を持つもの，Type Dは全体に化学組成が均質なものである．これらの角閃石は，タイプに依らずチェルマカイトとマグネシオホルンブレンドの二種類に大分され，両者の間には組成ギャップが見られた．これらの角閃石にPutirka

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(2016)の角閃石単相温度計を適用したところ，マグネシオホルンブレンドはおよそ 750-800℃，チェルマカイトはおよそ850-950℃の温度を示し，それぞれ低温端成分と中温端成分に対応する．また，角閃石と共存しうるメルトのSiO2含有量は，中温端成分に対応する角閃石でおよそ60-67wt.%，低温端成分に対応する角閃石でおよそ66-73wt.%と見積もられた．一方で，クリスタルクロット中に実際に含まれる粒間メルトのSiO2含有量はおよそ68-72wt.%であり低温端成分に対応する角閃石から見積もられたSiO2含有量と一致する．

クリスタルクロット中の斜長石はその多くがオシラトリーゾーニングを持っていた．リムのAn値(=100*Ca/Ca+Na)はいずれもおよそ60-75であり，クリスタルクロット中・クリスタルクロット同士で明確な特徴の違いは見られなかった．斜長石と粒間メルト組成から，飽和含水量を求め(e.g., Putirka, 2008），形成深度（最低値）の推定を行うと，およそ12kmとなった．

4. 議論

クリスタルクロットを構成する斜長石と粒間メルトから見積もられたクリスタルクロットの形成深度は，すべてメインのマグマだまりの深度とおおよそ一致している．一方で，中温マグマに対応する角閃石の累帯構造は他の結晶によって切られており，中温マグマの混合がクリスタルクロット形成以前にあったことを示唆している．このことから，中温マグマは平成噴火以前から存在していたと考えられる．また，角閃石温度計より得られた温度とNoguchi et al.(2008)の相図の比較により，中温端成分マグマ中には斜長石が存在しないことが示唆される．斜長石の種類にバリエーションが見られないこともこれを支持する．

本発表では，以上のことに加え，雲仙平成噴火のプレ噴火過程におけるマグマだまりの描像と中温マグマだまりのより詳細な描像について得られた知見を発表する予定である．

キーワード：プレ噴火過程、クリスタルクロット、角閃石
Keywords: pre-eruptive process, crystal clot, amphibole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ピナツボ火山1991年噴火の岩石学的研究　～マグマ供給モデルの検討～
Petrological study of Pinatubo 1991 eruption ~ Discussions of magma plumbing model~

*田村 智弥[1,2]、中川 光弘[2]
*Tomohisa Tamura[1,2], Mitsuhiro Nakagawa[2]

1. 西日本技術開発株式会社、2. 北海道大学大学院理学院地球惑星システム科学講座
1. West Japan Engineering Consultants, Inc., 2. Earth and Planetary System Science, Hokkaido University

はじめに

フィリピン、ルソン島北部に位置するピナツボ火山は1991年6月15日に20世紀最大規模の噴火を起こした．この噴火に関わる主な噴出物は6月7日に山頂に出現した溶岩ドームを形成する安山岩質溶岩（J7-LD）とそれに含まれる玄武岩質包有物（J7-ME）、6月12日に発生した最初のプリニー式噴火による安山岩質スコリア（J12-P）、そして6月15日の最大規模のクライマクス噴火によるデイサイト質軽石（J15-C；灰色・緻密で斑晶量が少ないものをJ15-CP、白色・発泡で斑晶量が多いものをJ15-CR）からなる．これらの噴出物についてはPallister *et al.*(1996)をはじめとして多くの岩石学的研究がされており、ピナツボ火山1991年噴火のマグマ供給モデルは「珪長質マグマ溜まり内に苦鉄質マグマが貫入することで安山岩質マグマが形成される」という一般的なマグマ混合モデルによって説明されてきた．しかしながら今回、ピナツボ火山1991年噴火の噴出物の全岩化学組成および鉱物化学組成を測定した結果、この1991年噴火のマグマ供給モデルについての新知見が得られたのでここに報告する．

研究手法

試料は岩石薄片を作成し偏光顕微鏡下で観察を行い、斑晶モード組成を測定した．また、化学分析は北海道大学理学部のXRFで溶岩やスコリア、軽石の主・微量成分組成を、同大学理学研究院マグマ変遷解析センターのSEM-WDSで斑晶鉱物の主成分組成をそれぞれ測定した．

結果と考察

ピナツボ火山1991年噴火の噴出物は岩石の化学組成の違いに関わらず、斜長石と角閃石の斑晶を主体的に含み、カンラン石、単斜輝石、黒雲母、石英、不透明鉱物も少量含む．各噴出物の全岩化学組成をハーカー図にプロットするとSiO_2量の変化に対して玄武岩J7-ME（玄武岩）からJ7-LDとJ12-P（安山岩）、J15-C（デイサイト）まで一直線のトレンドを示し、既往の研究と同様にマグマ混合が起きているように見える．しかしながら、J15-Cの組成に着目すると、マグマ混合による直線的なトレンドとは交差する別のトレンドを持ち、組成幅も認められる．なお、J7-LDとJ12-P（安山岩）にもこれと同様の交差したトレンドと組成幅が認められる．特にK_2OやRb量においてこの組成幅は顕著であるが、カリウムを比較的多く含む角閃石や黒雲母の斑晶量との関係性は見られない．したがって、ピナツボ火山の珪長質マグマは苦鉄質マグマとの混合前から不均質な組成であったと考えられる．

斜長石コアや角閃石コアは幅広い組成を持っており、斜長石コア組成と角閃石コア組成のそれぞれと平衡なメルト組成を算出した結果、珪長質マグマのメルトに異なる2つの組成（D1とD2）の存在が示唆された．この2つのメルト組成は、斜長石や角閃石斑晶内に包有されたメルト包有物のガラス組成と一致した．以上のことは珪長質マグマに不均質性があることを意味しており、珪長質な2つの端成分マグマの混合によって、不均質な珪長質マグマが生成されたと考えられる．

また、J15-Cに含まれる斑晶鉱物は正累帯と逆累帯構造の斑晶が共存し、またライン分析結果からは正累帯と逆累帯を繰り返すものが認められる．斜長石の組成は晶出した時のメルトの組成や温度に依存することから、メルトの組成や温度に不均質性がありマグマ溜まり内部は対流していたことが示唆される．このことは前述した珪長質マグマの不均質性と整合的である．さらに、J15-Cの全岩組成はD1とD2の間を連続的に変化することから、珪長質マグマ溜まり内の組成変化は連続的であると考えられる．

結論

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1991年噴出物の化学分析の結果、J15-Cのデイサイト質マグマに組成幅があることが分かり、これは斜長石や角閃石などの斑晶鉱物にも組成幅が見られることと整合的であった．また、珪長質マグマは苦鉄質マグマとの混合前から組成的に不均質であり、組成の異なる2つの端成分マグマであるD1とD2が存在していた．2つの端成分マグマはマグマ溜まり内部の対流によって混ざり合うことで、両者の中間で連続した組成のマグマが生成された．さらに、1991年噴火に近づくと、不均質な珪長質マグマ溜まりに苦鉄質マグマが貫入して混合した結果、マグマ混合トレンドと交差しかつ組成幅のある安山岩質マグマが生成された．

謝辞

本研究で使用した試料は米国カスケード火山観測所のJohn Pallister博士および東京大学地震研究所の小屋口剛博教授から提供していただいた．以上の方々に深く感謝いたします．

キーワード：ピナツボ火山、珪長質マグマの不均質性、マグマ混合
Keywords: Pinatubo volcano, Heterogeneous of silicic magma, Magma mixing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浅間黒斑火山の火車岩屑なだれ堆積物の再発見
Rediscovery of the Higuruma Debris Avalanche Deposit in Asama-Kurofu Volcano

*安井 真也[1]、高橋 正樹[1]、金丸 龍夫[1]
*Maya Yasui[1], Masaki Takahashi[1], Tatsuo Kanamaru[1]

1. 日本大学文理学部
1. College of Humanities and Sciences, Nihon University

Asama-Kurofu volcano experienced a large-scale sector collapse in its later stage indicated by a horse-shoe shaped caldera and debris avalanche deposit in the distal flank. The area immediately east of the collapsed caldera is occupied by younger volcanic edifices of Hotokeiwa and Maekake. The medial area that is a flank slope of the former Kurofu is thickly covered with the younger deposits from Hotokeiwa and Maekake. Therefore, few information was available for the distribution and thickness of the debris avalanche deposit. Hummocky topography develops on the eastern area of Maekake and Hotokeiwa volcanoes. Geological survey especially in the valley bottom in the hummocky area in the Gunma Prefecture Asama Dairy Farm, the Nagakurayama National Forest, and its vicinity was carried out in this study. Outcrops of the deposits those occurrences were typical of debris avalanche were occasionally found in the valley bottom. In addition, 50-meter deep borehole core sample was taken on the ENE flank slope of Maekake volcano. This is a part of the “integrated program for next generation volcano research and human resource development” supported by ministry of education, culture, sports, science and technology, Japan. Thick debris avalanche deposit of 27 meters was recognized in the lower half of the borehole core sample. That is, weakly stratified and partly solidified tuff breccia that is characterized by heterogeneous matrix and occasional mega-blocks is observed. Whole-rock chemical analyses of the blocks from these deposits show that they are the same as those of the Asama-Kurofu and Asama-Sennin volcanoes. The distribution of “Higuruma debris avalanche” was shown on Yagi (1936) ‘s geologic map but few descriptions were made about it. The deposit confirmed in this study corresponds to the Higuruma debris avalanche and the description including thickness will be a clue for understanding the scale of the sector collapse.

キーワード：浅間火山、岩屑なだれ堆積物、山体崩壊
Keywords: Asama volcano, debris avalanche deposit, sector collapse

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 国際会議室 2F

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)、座長:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院)、大場 武、神田 径

マグマと地表との間には、異なる地学環境の中で、多様な熱水系が生じている。熱水系の理解は地球システムの理解に寄与するとともに、地熱エネルギー利用或いは火山噴火予知においても欠かすことはできない。本セッションでは火山の熱水系に関して、地球物理・地球化学・地質学・貯留層工学的立場からの地下構造及び熱と流体の流れに関する議論を集中的に行う。理論・観測・実験いずれの立場からの研究も歓迎する。

9:00 ~ 9:15

[SVC39-01] 多項目調査に基づく十勝岳の熱水系の検討

*高橋 良[1]、岡崎 紀俊[1]、田村 慎[1] (1.北海道立総合研究機構地質研究所)

9:15 ~ 9:30

[SVC39-02] 箱根火山における2015年噴火後の噴気・温泉活動と地震地殻変動

*萬年 一剛[1]、原田 昌武[1]、行竹 洋平[1]、菊川 城司[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

9:30 ~ 9:45

[SVC39-03] A possible geothermal source at around 4 km depth estimated by the seismic observation in Ibusuki geothermal area

*笠原 順三[1,3]、羽佐田 葉子[2,1]、久詰 陽康[1] (1.エンジニアリング協会、2.大和探査技術(株）、3.静岡大学)

9:45 ~ 10:00

[SVC39-04] 草津白根山火山ガス化学組成および安定同位体比の時間変化

*大場 武[1]、谷口 無我[2]、沼波 望[1]、外山 浩太郎[3]、角野 浩史[3]、角皆 潤[4]、伊藤 昌稚[4]、新宮原 諒[4] (1.東海大学理学部化学科、2.気象庁気象研究所、3.東京大学大学院　総合文化研究科　広域科学専攻、4.名古屋大学大学院環境学研究科 地球環境科学専攻)

10:00 ~ 10:15

[SVC39-05] 霧島連山と薩摩硫黄島における熱水活動に伴うヒ素と水銀の挙動

*羽渕 元哉[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、古谷 宗三[1]、森 啓悟[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、武内 章記[3]、大嶋 将吾[4]、井川 怜欧[5] (1.大阪市立大学、2.九州大学、3.国立環境研究所、4.西日本技術開発株式会社、5.産業技術総合研究所)

10:15 ~ 10:30

[SVC39-06] 霧島山硫黄山の湧水･湯だまりの水質

*谷口 無我[1]、大場 武[2]、外山 浩太郎[3]、気象庁 福岡管区気象台[4]、気象庁 鹿児島地方気象台[4] (1.気象研究所、2.東海大学、3.東京大学大学院、4.気象庁)

多項目調査に基づく十勝岳の熱水系の検討
Hydrothermal system of Tokachidake volcano, Japan: Examination from multi-disciplinary surveys

*高橋 良[1]、岡崎 紀俊[1]、田村 慎[1]
*Ryo Takahashi[1], Noritoshi Okazaki[1], Makoto Tamura[1]

1. 北海道立総合研究機構地質研究所
1. Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization

北海道の中央部に位置する十勝岳は20世紀以降もマグマ噴火（1926年、1962年、1988-1989年）を繰り返しており、最後のマグマ噴火から既に30年が経過している。最近は地震活動の活発化や火口域の膨張、温泉成分の変化などが観測され、近い将来のマグマ噴火が危惧されている。1926年噴火では大規模な泥流（大正泥流）が発生しており、山体内からの熱水の噴出（熱水サージ）が泥流の規模を大きくした可能性が指摘されている（Uesawa, 2014）。また、十勝岳周辺の温泉では、火山活動に関連した化学成分の変化が観測されている（Takahashi et al., 2015）。これらのことから、十勝岳での前兆現象や、起こりうる噴火活動を的確に把握するためには、山体内の熱水系についての理解が重要である。そこで、我々はMT探査や熱水変質調査、噴気・熱水調査などを行い、十勝岳の熱水系について検討した。

MT探査は十勝岳を北西ー南東方向に横断する13地点で行った。その結果、山体内にいくつかの低比抵抗域が認められた（田村ほか，2017）。一つは山頂火口域の地下3～4kmよりも深い場所に認められる深部低比抵抗域である。この深部低比抵抗域では地震は起こっておらず、その外側に震源が分布する。そのため、この低比抵抗域の外縁は脆性延性境界に一致していると考えられる。もう一つは火口域の地下300～1500m付近に認められる浅部低比抵抗域である。これらの低比抵抗域の特徴について、他の調査結果を基に検討した。

十勝岳周辺に分布している水蒸気噴火堆積物や1926年噴火に伴う山体崩壊堆積物などの山体内部からもたらされた堆積物に対して熱水変質調査を行い、山体浅部の熱水系の分布を検討した。その結果、火口域の地下500m以深には石英やパイロフィライトを特徴的に含む熱水系が分布していることが分かった（Takahashi & Yahata, 2018）。変質鉱物の組み合わせに基づくと、この熱水系の温度は200～300℃と推定される。また、噴気調査の結果からは地下浅部に200～300℃の熱水系が存在している可能性が示唆された。これらの調査から捉えられた火口域の地下浅部に分布する熱水系は、浅部低比抵抗域に一致すると考えられる。なお、1926年の山体崩壊に伴う熱水サージ堆積物（Uesawa, 2014）中の熱水変質鉱物を検討した結果、熱水噴出は熱水系本体からではなく、最上部のごく一部からのみ起こったと考えられる（Takahashi & Yahata, 2018）。

十勝岳周辺の温泉では、1986年から30年以上にわたって観測を行っている。その観測の結果、山頂火口域の西麓約3kmに位置する吹上温泉地域では、火山活動の活発化に伴ってマグマに由来する高温・高NaCl濃度の熱水（高NaCl熱水）が供給され、温泉水の温度や化学成分が変化することが分かっている（Takahashi et al., 2015）。このことから、十勝岳の地下のマグマ周辺には高NaCl熱水が分布している領域があると考えられる。高温・高NaCl濃度の熱水は電気伝導度が高いため、その分布域は低比抵抗域として捉えられることが考えられる。したがって、深部低比抵抗域は、一部はマグマ本体の可能性もあるが、高NaCl熱水の分布域である可能性がある。

以上のように、十勝岳において多くの調査を行った結果、火口域の浅部には200～300℃の熱水系が分布していることがわかった。また、火口域の深部にはマグマに由来する高NaCl熱水が分布している。今後も調査・観測を続けることによって、この熱水系モデルを改定していき、より詳細な十勝岳の火山活動の把握につなげていく必要がある。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：十勝岳、熱水系、MT探査
Keywords: Tokachidake volcano, hydrothermal system, magnetotelluric survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

箱根火山における2015年噴火後の噴気・温泉活動と地震地殻変動
Fumarole and hot spring activities after the 2015 eruption of Hakone Volcano and their relationships with the seismicity and crustal deformation

*萬年 一剛[1]、原田 昌武[1]、行竹 洋平[1]、菊川 城司[1]
*Kazutaka Mannen[1], Masatake Harada[1], Yohei Yukutake[1], George Kikugawa[1]

1. 神奈川県温泉地学研究所
1. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

箱根火山では2015年にごく小規模な水蒸気噴火が発生した．この噴火の噴出中心となった大涌谷では，噴火前に顕著な噴気活動がほとんど無かったが，噴火に関連して20以上の火口・噴気孔が新たに開口し，現在も活動中である．我々は噴火後の火山活動を監視するため，２週間に１回程度の頻度で，これらの噴気孔の噴気温度と，周辺に湧出する温泉の化学組成の測定を実施している．本発表では，その結果と，箱根火山の地震地殻変動との関連について述べる．

1　噴気温度

2015年噴火に関連して形成された噴気孔は20以上あるが，そのうちアクセス可能で主要な10の噴気孔についてこれまで温度測定を行ってきた（萬年・ほか，2019）．これらの噴気孔は噴火直後，遠望観測による限りいずれも単一の開口部からなる単純な形態をしていた．しかし，2015年末以降，複数の噴気塔を形成したり，噴気場所が移動するようになった．このため，測定開始当初から同一の開口部で安定した測定を実施出来ているのは，15-12噴気孔（2017年5月1日～）と16-1噴気孔（2018年1月11日～）に限られている．

15-12噴気孔の噴気温度は2017年8月頃まで150 ℃を超えていたが，徐々に低下し2018年末には120 ℃台前半にまで低下した．また，16-1噴気孔の噴気温度は2018年2月には140 ℃前後あったが，やはり徐々に低下し，2018年末には130 ℃ 台前半にまで落ちた．

一方，15-1および15-14B噴気孔は，噴気の出口が安定していないものの，高温の噴気が観測され続けており，両者とも2018年12月末でも150 ℃台前半を記録している．しかし，高温の噴気を探索するのが難しくなっていることや，閉塞する噴気孔もあることなどから，全体としてみると噴気の温度や勢いは低下傾向にあると考えられる．なお，これまでに観測された噴気の最高温度は，15-1で2017年8月23日に記録した162.0℃である．

2　温泉・表流水の化学組成

大涌谷地域では，13点の自然湧泉や表流水，造成温泉の化学分析を繰り返し実施している（菊川・ほか，2019）．このうち，噴出中心を集水域とする大涌沢の沢水については，2015年の火山活動の活発化に関連して塩化物イオンの濃度が，Cl/SO4比で1.0前後まで上昇したことが報告されている（Mannen et al. 2018）．塩化物イオンの濃度は2017年に入る頃までには低下したが（Cl/SO4比で0.2程度），2017年11月から翌年1月にかけて塩化物イオンの濃度がやや上昇した（Cl/SO4比で0.3程度）．また，52号蒸気井の造成

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

温泉は2017年4月下旬から10月下旬にかけて電気伝導度の上昇，pHの低下が顕著に見られたほか塩化物イオン濃度も上昇した．

大涌谷地域の建物の床下からでている自然噴気の繰り返し測定では（Mannen et al. 2018），噴火後，時間とともにCO2/H2S比が徐々に低下をしている．2017年は低下の傾向が一時的に減衰したようにも見えるが明瞭ではない．一方，代田ほか（2018）は大涌谷の北にある上湯噴気地で，噴気のCO2/H2S比が2017年6月頃に上昇したことを報告している．

3　2017年の地震地殻変動と噴気・温泉活動

箱根火山では熱水活動の活発化に先行して群発地震活動や，深部低周波地震活動や，山体を挟む基線長の増加が観測されてきた（Harada et al. 2018; Mannen et al. 2018）．2015年噴火の後，群発地震と呼べるほど活発な地震活動は無かったが，2017年4月下旬から5月上旬にかけて金時山付近で地震活動がやや活発になった（行竹・ほか，2018）．深部低周波地震は，Matched Filter法による解析で（行竹, 2017），これに先立つ2017年4月中旬頃に活発になったことがわかった．また，基線長の増加は同年5月初めから11月終わり頃に認められ，小田原―裾野2間で約12mmの伸長が認められた（2015年の活発時の伸長量は約21mm）．これらの時期，噴気の温度に顕著な変化は認められないが，前述の通り造成温泉の成分変化が4月下旬以降，噴気地帯の表流水の塩化物イオン濃度の上昇が11月以降に認められ，熱水活動の活発化が示唆される．

以上のように，箱根火山は2015年噴火後，顕著な活発化は見られないものの，2017年には2001年の噴気異常や2015年の噴火に類似した活動を非常に微弱ながらも見せており，何らかの活動活発化が疑われる．一方，この活動は地震活動がこれまでに比べて大幅に小さい点や，基線長の増加速度が顕著に低い点が，これまでの活動とは大きく異なる．また，代田・ほか（2018）は，上湯場噴気地でのCO2/H2S比上昇量も2017年のそれは2015年や2013年よりかなり小さく，上昇後の減衰も緩やかであることを指摘している．以上のように2017年の活動は，それ以前の類似した活動と強度や様態が異なるが，これはマグマ・熱水システムが噴火で変化したことを反映している可能性があり注目される（代田・ほか，2018）．

【文献】代田・ほか（2018）火山学会秋季予稿 P113.：Harada et al. (2018) EPS 70, 152；菊川・ほか（2019）温地研報告, 50, 69.：Mannen et al. 2018 EPS 70, 68.：行竹（2017）温地研報告 49, 1.：行竹・ほか（2018）温地研観測だより 68, 47.

キーワード：箱根、深部低周波地震、山体膨張、噴気、温泉、火山活動
Keywords: Hakone, Deep low frequency earthquake, inflation of edifice, fumarole, hot springs, volcanic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A possible geothermal source at around 4 km depth estimated by the seismic observation in Ibusuki geothermal area

*笠原 順三[1,3]、羽佐田 葉子[2,1]、久詰 陽康[1]
*Junzo Kasahara[1,3], Yoko Hasada[2,1], Hiroyasu Kuzume[1]

1. エンジニアリング協会、2. 大和探査技術(株）、3. 静岡大学
1. ENAA, 2. Daiwa Exploration and Consulting Co., 3. Shizuoka Univ.

Introduction: The Medipolis is located in Ibusuki geothermal area, Japan. There are three geothermal boreholes in the field. The geothermal characteristics of the boreholes were studied by NEDO (2008-2010). The IK-1 borehole is commercially used for the electric power generation. The IK-4 is used for observation. The depths of three boreholes are around 1,500 m. The temperature of the boreholes was approximately 250˚C around the 900 m-depth and the production depth for the steam is around 1,200 m. The temperature model by NEDO (2008-2010) proposes a hot reservoir around the NE direction of IK-1 and IK-4 boreholes although it is not confirmed by real drillings.

To know the precise geothermal characteristics of this field, we conducted a seismic observation by a fiber-optic distributed acoustic sensor (DAS) and ground surface seismometers in November 2018.

Field observation: We installed 20 sets of 3C seismometers along the 2 km-long EW line and deployed a fiber-optic cable for the DAS and distributed temperature (DTS) measurements down to 977 m depth. We measured the temperature and seismic signals using the same fiber-optic cable for DAS and DTS. The total DAS observation period is 4.5 days. The interval of ground surface seismometers is approximately 100 m. We observed seven natural earthquakes by DAS and surface seismometers. The largest observed earthquake is M5.2 which occurred west of Tanegashima with 123 km focal depth. The temperature of the IK-4 was measured as 264˚C by DTS at the 914 m depth.

Observed waveforms: The first arrivals of the M5.2 earthquake measured by DAS are traveling from the 977 m depth to the wellhead with the velocity of 4 km/s~3 km/s. There are no evident reflections from the deeper zone than 1,000 m. In addition, any evident attenuation of seismic waves is not identified in the high temperature zone around the 914 m-depth.

Surface seismometers show unusual waveform characteristics. Although the amplitudes of the P-wave first arrivals of M5.2 earthquake on vertical seismometers are small, the EW and the NS seismometers show small P first arrivals and succeeding large amplitude phase with a second delay. Because this phase is recognized only on EW and NS components, this phase is possibly P-to-S converted phase. The aftershocks of the M5.2 Tanegashima also showed similar waveforms as those of the M5.2 event. Other earthquakes also showed similar characteristics on the horizontal components.

Interpretation of P-to-S converted phase: We examined the cause of estimated P-to-S conversion. The delay time from the P first arrival to the P-to-S converted phase is estimated as ~0.8 s. We assumed a low Vp/Vs zone at the 4 km-depth with 500 m thick and calculated synthetic waveforms generated by deep seismic sources corresponding to natural earthquakes. The seismic velocity profile estimated by the DAS observation is used in the calculation. The models can explain the observed characteristics such as small P amplitude and large P-to-S converted phase on horizontal components, when incident seismic wave is slightly oblique to the low Vp/Vs zone. We also estimated borehole waveforms and ground surface

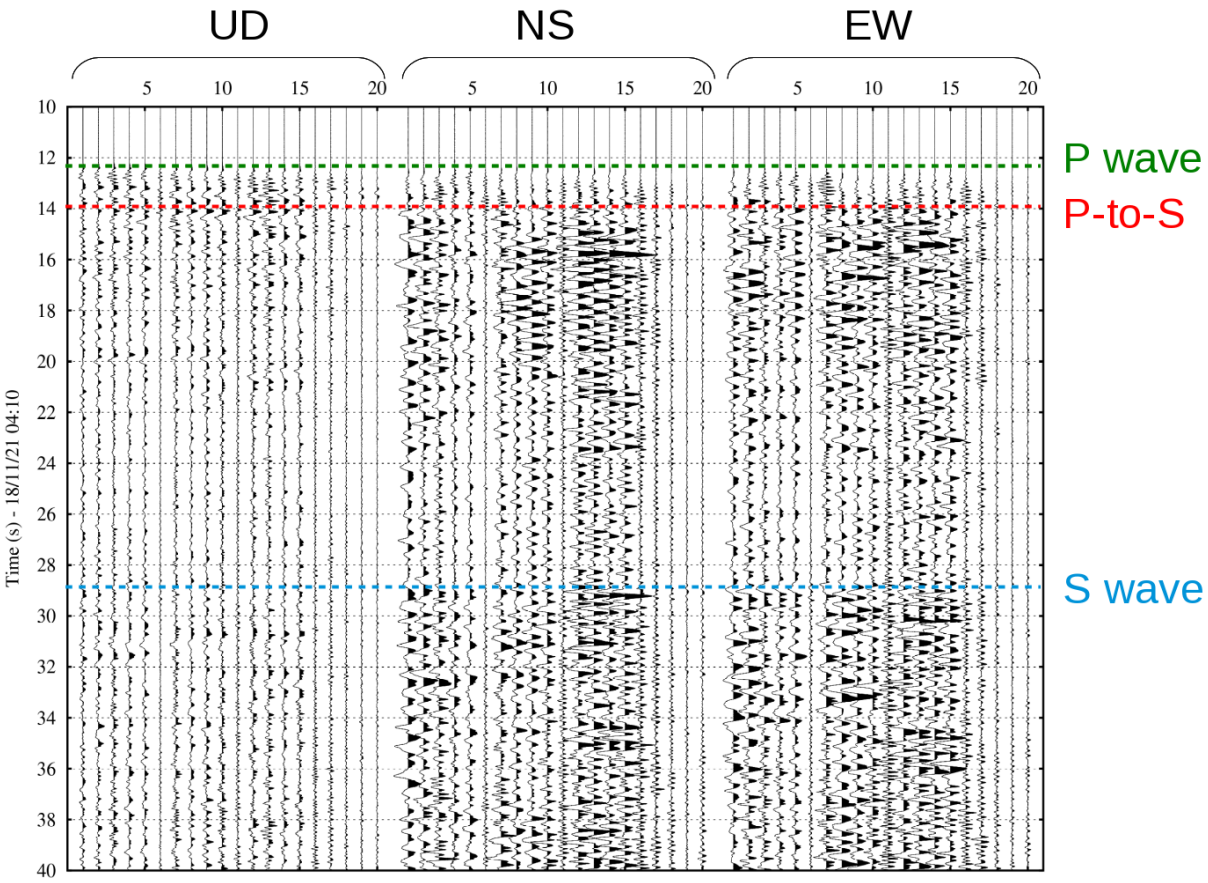
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

waveforms.

Discussion and conclusions: According to the simulation, there is a chance to prove the presence of the low Vs zone at the 4 km-depth. Because the temperature around ~900 m is 264˚C, the low Vs zone might be useful for a future geothermal energy source. For either case, more detailed study of the proposed low Vs zone is required.

Acknowledgements: This study is supported by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO). Medipolis Energy Co. kindly allowed the use of their IK-4 geothermal well for this study. Mr. Kimura provided us with the Schlumberger hDVS measurements. WELMA Co. provided us with the borehole fiber-optic system and measurement of temperatures in the borehole. The staff of West Japan Engineering Consultants, Inc., helped us during the field study.

キーワード：地熱フィールド、地震波、Vp/Vs、P-S変換、地熱貯留層、パッシブ地震波震源
Keywords: Geothermal field, Seismic wave, Vp/Vs, P-to-S conversion, Geothermal reservoir, Passive seismic source



The seismic records of M5.2 Tanegashima earthquake obtained by the surface seismometers. The labels on the horizonal axis are the station numbers and the station interval is approximately 100 m. The vertical axis is time in seconds. The horizontal dotted lines denote arrival times for P, P-to-S, S waves, respectively.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草津白根山火山ガス化学組成および安定同位体比の時間変化
Time variation in the chemical and isotopic composition of fumarolic gases at Kusatsu-Shirane volcano Japan

*大場 武[1]、谷口 無我[2]、沼波 望[1]、外山 浩太郎[3]、角野 浩史[3]、角皆 潤[4]、伊藤 昌稚[4]、新宮原 諒[4]
*Takeshi Ohba[1], Muga Yaguchi[2], Nozomi Numanami[1], Kotaro Toyama[3], Hirochika Sumino[3], Urumu Tsunogai[4], Masanori Ito[4], Ryo Shingubara[4]

1. 東海大学理学部化学科、2. 気象庁気象研究所、3. 東京大学大学院　総合文化研究科　広域科学専攻、4. 名古屋大学大学院 環境学研究科 地球環境科学専攻
1. Department of chemistry, School of Science, Tokia University, 2. Meteorological Research Institute, JMA, 3. The University of Tokyo Graduate School of Arts and Sciences Department of Basic Science, 4. Nagoya University Graduate School of Environmental Studies

草津白根火山では2014年と2018年に火山性地震が頻発し，2018年1月には本白根山で小規模な水蒸気噴火が発生した．火山性地震に代表される火山活動と噴気の化学組成および安定同位体比の関係を調べるために，噴気を繰り返し採取・分析した． 2014年7月から2017年11月にかけCO2/H2O，He/H2OおよびN2/H2O比は単調に低下し，噴気に含まれるマグマ成分の減少を示唆した．これとは対照的にCH4/H2O比は地震の静かな期間中に著しく増加した．これは熱水系の流体が還元的になりCH4の形成に有利な条件が成立したことを示唆している．静穏期においてマグマ成分のN2/He比は高く，熱水系に対する地殻成分の付加を示唆している．火山性地震が頻発した2018年にN2/He比は静穏期の比よりも明らかに低下し，マグマの脱ガスの際にN2が優先的に失われたと推定される．

噴気のδD（H2O），δ18O（H2O）およびCO2/H2O比に基づき草津白根山の熱水系における流体の進化をモデル化した．マグマ性ガスは天水起源の冷たい地下水との混合し，一次蒸気相と熱水相を生成する．さらに一次蒸気相に天水起源の蒸気相が添加する．このようにして形成された蒸気は熱水溜まりから地表までの移動過程で部分的な水蒸気の凝縮を受ける．上記のモデルでは共通のマグマ性ガスが進化することにより山頂北側地熱地帯，殺生河原地熱地帯，万座地区地熱地帯の噴気組成を合理的に説明することができる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

霧島連山と薩摩硫黄島における熱水活動に伴うヒ素と水銀の挙動
Behavior of Arsenic and Mercury related to hydrothermal activities in Kirishima, Satsuma Iwojima, and Yamagawa, Kyushu Japan

*羽渕 元哉[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、古谷 宗三[1]、森 啓悟[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、武内 章記[3]、大嶋 将吾[4]、井川 怜欧[5]
*Motoya Habuchi[1], Harue Masuda[1], Tsuyoshi Shintani[1], Shuzo Furuya[1], Keigo Mori[1], Jun-ichiro Ishibashi[2], Takeshi Matsushima[2], Akinori Takeuchi[3], Syogo Oshima[4], Reo Ikawa[5]

1. 大阪市立大学、2. 九州大学、3. 国立環境研究所、4. 西日本技術開発株式会社、5. 産業技術総合研究所
1. Osaka City University, 2. Kyushu University, 3. National Institute for Environmental Studies, 4. West Japan Engineering Consultants, Inc., 5. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

ヒ素と水銀は火成作用とそれに伴う熱水活動によって地下深部から地表へ移動する挙動のよく似た元素である。本研究では、鹿児島県と宮崎県の地熱水を対象として、ヒ素と水銀がマグマから熱水を通して地表へ移動する過程を追跡した。2017年11月～2018年3月にかけて、薩摩硫黄島で温泉水8試料、霧島温泉水4試料を、また山川温泉・鰻池温泉から3試料を採水した。また、2018年7月～12月にかけて霧島連山の硫黄山に2018年4月の水蒸気噴火によって新しく形成された湯だまりを中心として熱水と低温湧水を合計33試料と周辺河川水9試料を採水した。試料は持ち帰り、主成分とヒ素・水銀の定量分析と水の水素・酸素同位体比測定を行った。

硫黄山の熱水の水温は最高で94.5℃、pHは0.8-1.7であった。塩化物イオンと硫酸イオンの最大濃度は300mMと190mMであり、2成分間には正の直線関係が得られた。また、これらの陰イオンが最大濃度を示す試料のpHが最小であることから、端成分となる高温流体は塩酸・硫酸酸性である。硫酸イオンは天水由来の地下水によりマグマ起源流体中の成分が酸化されることによって生じている。高温熱水のδ^{2}Hとδ^{18}Oは-25～-5‰と+4～+9‰のマグマ水の範囲にあるものが多く観察された。熱水中の総ヒ素濃度は1210-4640μg/lで、硫酸イオンと正の直線関係がある。熱水中の溶存総水銀濃度は0.5-85ng/l、懸濁態総水銀濃度は0.5-826ng/lであった。水銀がとりわけ高濃度である熱水はヒ素を高濃度に含んでいることから、ヒ素や水銀は塩素やイオウと同じ起源を持つと判断された。近傍の霧島温泉・栗野岳温泉の噴気の塩化物イオンと硫酸イオン濃度は0.2mM以下と最高26mMであった。総ヒ素濃度は0.58-24μg/l 懸濁態総水銀濃度は最大1980ng/lであった。海水が循環している薩摩硫黄島と山川温泉では海水成分の割合が高い熱水で総ヒ素濃度が高くなる傾向があり、最高濃度は薩摩硫黄島での2500μg/lであった。一方、これらの地域では総水銀濃度が高くなる熱水はpHが低く、薩摩硫黄島のpHが1.4の温泉では溶存態総水銀濃度が177ng/lであった。

ヒ素と水銀はともにマグマ性流体に伴って地下深部から上昇していることは明らかである。一方で、2元素は流動経路で異なった挙動を示している可能性がある。すなわち、水銀は主に噴気とともに移動するが、ヒ素は主に熱水中を移動する。また、地表流出後は、水銀は懸濁物に吸着され、ヒ素は溶存した状態で流下する傾向が大きい。

キーワード：マグマ性流体、硫黄山、水蒸気噴火、水の酸素・水素安定同位体比
Keywords: magmatic fluids, Iwo-yama, phreatic eruption, hydrogen and oxygen isotope ratios of water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

霧島山硫黄山の湧水・湯だまりの水質
The chemical composition of thermal waters from spring and hot pool at Mt. Iwoyama of Kirishima volcano

*谷口 無我[1]、大場 武[2]、外山 浩太郎[3]、気象庁 福岡管区気象台[4]、気象庁 鹿児島地方気象台[4]
*Muga Yaguchi[1], Takeshi Ohba[2], Kotaro Toyama[3], Fukuoka Regional Headquarters JMA[4], Kagoshima Meteorological Office JMA[4]

1. 気象研究所、2. 東海大学、3. 東京大学大学院、4. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. Tokai University, 3. Graduate School of the University of Tokyo, 4. Japan Meteorological Agency

霧島山硫黄山は霧島火山群の北西部に位置する活火山である. 山頂付近の噴気活動は1990年代から減衰して2007年頃に一旦消失していたが, 2015年12月に山頂火口内で噴気活動を再開した(舟崎ほか, 2017). 硫黄山周辺ではその後も噴気域の拡大や周辺湧水の水質変化, 熱水孔の出現などが相次ぎ, 2018年4月には硫黄山南および西側で水蒸気噴火が発生した. これらの火口群からは当該噴火以降も熱水が噴出して湯だまりが形成されるなど, 硫黄山周辺では現在も活発な現象が続いている. 一般に, 火山活動の活発化に伴って火山ガスの温度が上昇すると, 火山ガスに含まれる塩素と硫黄の比率(Cl/S 比)が増大することが知られおり(例えば, 小坂ほか, 1998), 火山ガス起源と考えられる熱水中の塩化物イオンと硫酸イオンの比率等も火山活動の盛衰に応じて変化すると期待される. 報告者らは, 硫黄山の火山活動の推移を予測することを目的として, 硫黄山周辺の湧水や湯だまりの化学組成の分析に取り組んでいる. 本発表では主に, 噴気活動が再開した翌年の2016年8月から観測を継続している硫黄山山麓の湧水, および2018年4月噴火口周辺に形成された湯だまりについて, その化学組成と時間変化を報告する.

硫黄山山麓の湧水に含まれる塩化物イオンと硫酸イオンの物質量比(Cl/SO_4モル比)は, 調査を開始した2016年8月時点では0.07程度であり, その後増減を繰り返しながら増加を続け2018年3月28日時点で0.9程度となった. 2018年4月噴火後の5月29日時点では同比は1.6に増加した. その後は2019年1月25日までの期間1.2～1.6程度と噴火前よりも高い値で推移しており, 現在も高温の火山ガスの供給が継続しているものとみられる.

一方, 硫黄山南火口周辺には複数の湯だまりが生じており, これらのうち一つの湯だまりではCl/SO_4モル比が2018年5月29日時点で1.3, 2019年1月25日時点で1.8-2.3であった. また, 硫黄山西火口跡の湯だまりのCl/SO_4モル比は2018年7月25日に1.3, 10月19日に1.9, 2019年1月25日には2.2と推移した. 総じて, 火口跡の湯だまりのCl/SO_4比は増加傾向である. Cl/SO_4比の増加は, 例えば, 揮発性成分に富む新鮮なマグマの上昇や脱ガス温度の上昇, あるいは脱ガスの進行に伴って火山ガスの供給源であるマグマに相対的にClが濃集されたことに起因するなどいくつかの要因によって引き起こされる可能性があり, 引き続き観測を続けている.

キーワード：霧島山（硫黄山）、熱水、化学組成
Keywords: Mt. Iwoyama of Kirishimayama volcano, Thermal water, Chemical composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 国際会議室 2F

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)、座長:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院)、大場 武、神田 径

マグマと地表との間には、異なる地学環境の中で、多様な熱水系が生じている。熱水系の理解は地球システムの理解に寄与するとともに、地熱エネルギー利用或いは火山噴火予知においても欠かすことはできない。本セッションでは火山の熱水系に関して、地球物理・地球化学・地質学・貯留層工学的立場からの地下構造及び熱と流体の流れに関する議論を集中的に行う。理論・観測・実験いずれの立場からの研究も歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[SVC39-07] マグマ起源熱水の多様性の成因の再検討

*篠原 宏志[1] (1.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門)

11:00 ~ 11:15

[SVC39-08] **Constraining electrical resistivity structure of volcanoes using multiphase flow modelling: an example of Miyake-jima**

*Marceau Gresse[1]、Makoto Uyeshima[1]、Takao Koyama[1]、Maki Hata[1]、Hideaki Hase[2]、Koki Aizawa[3]、Yusuke Yamaya[4]、Yoichi Sasai[5]、Jacques Zlotnicki[6]、Tawat Rung-Arunwan[1]、Hideki Ueda[7] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, Japan、2.Geothermal Energy Research & Development Co., Ltd., Tokyo, Japan、3.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan.、4.Planning Division, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tokyo, Japan、5.Earthquake Prediction Research Centre, Tokai University, Shizuoka, Japan、6.CNRS, OPGC-UMR6524, Aubière, France、7.National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, Tsukuba, Japan)

11:15 ~ 11:30

[SVC39-09] 北海道南西部、ニセコ地域におけるMT法探査と三次元比抵抗構造

*田村 慎[1]、茂木 透[2]、金廣 純奈[2]、岡 大輔[1]、丸山 純也[1]、鈴木 隆広[1]、岡崎 紀俊[1] (1.地方独立行政法人北海道立総合研究機構　地質研究所、2.北海道大学 大学院 工学研究院 環境循環システム部門)

11:30 ~ 11:45

[SVC39-10] **Hydrothermal fluid activity of the Tatun Volcano Group, Taiwan, revealed by self-potentials and seismicity**

*Hong-Jia Chen[1]、Zhi-Xian Yang[1]、Chien-Chih Chen[1,2]、Cheng-Horng Lin[3,4] (1.Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan.、2.Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management, National Central University, Taoyuan, Taiwan.、3.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan.、4.Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan.)

11:45 ~ 12:00

[SVC39-11] Utilizing the electrical conductivity distribution to unravel the hydrothermal system beneath Mt.Hasan composite volcano and its vicinity, southwest Cappodocia, Turkey

*Sabri Bulent Tank[1]、Mustafa Karas[1] (1.Bogazici University)

12:00 ~ 12:15

[SVC39-12] Three-dimensional Magnetotelluric Inversion to map geothermal structures in Eburru Geothermal field, Kenya.

*JUSTUS MAITHYA[1]、Yasuhiro FUJIMITSU[2] (1.Graduate School of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University、2.Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

マグマ起源熱水の多様性の成因の再検討
Re-examination of origin of the variety in magmatic-hydrothermal fluids

*篠原 宏志[1]
*Hiroshi Shinohara[1]

1. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門
1. Geological Survey of Japan, AIST

本発表では、地下のマグマを起源として形成されるマグマ性熱水系に生ずる、火山ガス、温泉水、地熱水の多様な化学組成が生ずる原因について、特に主成分であるCl/S比に着目して、従来のモデルを踏まえ、再評価を行う。マグマ性熱水系の主要な温泉（熱水）はGiggenbach(1996）により、１）酸性Cl-SO_4泉（熱水）、２）中性NaCl泉（熱水）、３）重炭酸泉（熱水）、４）蒸気加熱型酸性硫酸泉（熱水）に大別される、その成因を論じられている。酸性Cl-SO_4熱水は、マグマから放出されたマグマ性ガスの冷却・凝縮により生じる。その酸性熱水が温度の低下に伴う岩石との反応の結果、中和・含硫黄鉱物の析出により、中性NaCl熱水が生ずる。重炭酸熱水と酸性硫酸熱水は、深部の熱水の気液分離により生じたCO_2もしくはH_2Sが中性NaCl熱水や地下水に混合し生じたものである。そのため、熱水の多様性を生ずる主要な過程は、マグマ性ガスの凝縮により生じた酸性熱水から、温度低下と熱水-岩石反応により中性NaCl熱水の生成するであると考えられる。しかし、これらのモデルでは考慮されていない、いくつかの規制要因があり、それらの影響を検討する必要がある。

熱水ー岩石反応は温度のみならず圧力にも依存し、岩石と平衡にある熱水中のHCl濃度は低圧下で大きく高圧化で小さい（Shinohara and Fujimoto, 1994; Botcharnikov et al., 2015）。そのため、高圧条件下で放出されるマグマ性の熱水は、地表で観測される火山ガスから生成される酸性Cl-SO_4熱水より中性NaCl熱水に類似したものと考えられる。また、我が国の高温火山ガスの平均値はCl/Sモル比は0.2であるが（Shinohara, 2013）、メルト包有物組成から推定されるマグマ中のCl/S比はより大きく、玄武岩質マグマで0.5前後、より珪長質のマグマでは10前後である。そのため、マグマの固化によりその揮発性物質の大部分が熱水として放出された場合には、火山ガスや酸性Cl-SO_4熱水で見られるCl/S比に比べ、はるかに大きなCl/S比を持つ組成となると推定される。そのため、酸性Cl-SO_4熱水（およびその元となる火山ガス）と中性NaCl熱水は、マグマから放出される条件が異なる別の起源を持つ可能性がある。我が国の温泉・熱水のpHの頻度分布を調べると、酸性と中性の二つのグループに分かれ、pH4-5の温泉は少ない（村岡他、2007）。この頻度分布は、中性NaCl熱水が、酸性熱水の中和や希釈とは異なる起源を有していることと調和的である。

キーワード：火山ガス、温泉、熱水
Keywords: volcanic gas, hot spring, geothermal fluids

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Constraining electrical resistivity structure of volcanoes using multiphase flow modelling: an example of Miyake-jima

*Marceau Gresse[1], Makoto Uyeshima[1], Takao Koyama[1], Maki Hata[1], Hideaki Hase[2], Koki Aizawa[3], Yusuke Yamaya[4], Yoichi Sasai[5], Jacques Zlotnicki[6], Tawat Rung-Arunwan[1], Hideki Ueda[7]

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, Tokyo, Japan, 2. Geothermal Energy Research & Development Co., Ltd., Tokyo, Japan, 3. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Kyushu University, Fukuoka, Japan., 4. Planning Division, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tokyo, Japan, 5. Earthquake Prediction Research Centre, Tokai University, Shizuoka, Japan, 6. CNRS, OPGC-UMR6524, Aubière, France, 7. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, Tsukuba, Japan

Measuring the electrical resistivity of rocks is a powerful and reliable method used to investigate volcanic edifices at depth. The electrical resistivity has two main contributions: (i) the conduction in the bulk pore fluid, associated to saturation, the ionic strength, and temperature of pore water, and (ii) the surface conductivity, related to the formation of secondary minerals. In volcanic environments, these two contributions are controlled by numerous interactions between hydrology, geology, tectonic settings and magmatic forcing. As a consequence, the evaluation of electrical resistivity images is strongly non-unique, and its interpretation remains complex.

Here, we propose a new approach to address this issue. First, we performed a 3-D electrical resistivity imagery of the Miyake-jima volcano using Magnetotellurics. Next, we combined the resistivity model obtained with hypocenters distribution. We revealed the sharp boundary between the saturated and unsaturated region, and a large conductive hydrothermal system connected to the main fumarolic area through a fractured region. Finally, we created a multiphase flow model of the volcano that constrains the resistivity model in term of temperature, fluid content and alteration.

Keywords: Hydrothermal system, Magnetotellurics, Miyake-jima, multiphase flow, electrical resistivity, alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道南西部、ニセコ地域におけるMT法探査と三次元比抵抗構造
MT survey and 3-D resistivity structure in the Niseko area, southwestern Hokkaido

*田村 慎[1]、茂木 透[2]、金廣 純奈[2]、岡 大輔[1]、丸山 純也[1]、鈴木 隆広[1]、岡崎 紀俊[1]
*Makoto Tamura[1], Toru Mogi[2], Junna Kanahiro[2], Daisuke Oka[1], Junya Maruyama[1], Takahiro Suzuki[1], Noritoshi Okazaki[1]

1. 地方独立行政法人北海道立総合研究機構　地質研究所、2. 北海道大学 大学院 工学研究院 環境循環システム部門
1. Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization, 2. Division of Sustainable Resource Engineering, Fucluty of Engineering, Hokkaido University

北海道南西部ニセコ地域では，東西方向に約25kmにわたって多くの火山が分布しており，ニセコ火山群と総称される．特にイワオヌプリ，ニセコアンヌプリの周辺には大湯沼や五色温泉といった数多くの温泉が分布し，近年では地熱開発に向けた調査も行われている．

こうした中，道総研ではニセコ地域における適正な地熱開発に向け，重点研究「ニセコ地域における地熱構造モデルの構築と資源量評価」を実施している.この研究では，物理探査，地化学調査，地質調査などを実施し，これらの結果を総合的に検討した地熱構造モデルを構築し，シミュレーションにより各種評価を実施する．本発表では，当該地域の比抵抗構造把握のために実施したMT法探査および三次元比抵抗構造解析結果について報告する．

探査は2017年に18地点で，2018年に24地点で実施した．探査装置は独国Metronix社製ADU-07eおよびADU-08eを用い，電場水平2成分，磁場は鉛直も含めた3成分の時系列を測定した．サンプリング周波数は32Hz, 1024Hz，および32kHzである．32Hzおよび1024Hzは原則５日以上測定を実施し，うち1024Hzはノイズの少ない夜間（1時～5時）にデータを取得した，32kHzは探査初日の夜間（3時～4時）のみデータを取得した.

得られたデータに対し，32Hzおよび1024Hzデータは地熱技術開発株式会社が運営する山形県大蔵村参照点で取得されたデータを用いたリモート・リファレンス処理を行い，32KHzデータは本研究において同日に測定を行った観測点間で相互リファレンス処理を実施した．さらに，商用電源の影響除去処理を行った.処理後のデータセットについて，BIRRP（Chave and Thomson, 2004）で解析し，12288～0.000488Hz間の50周波数のテンソルインピーダンス，見かけ比抵抗，位相などを算出した．

三次元比抵抗構造解析にあたっては，“ModEM”三次元インバージョンソフト(Egbert and Kelbert, 2012)を使用した.解析にあたり，先に算出した4成分テンソルインピーダンスデータから，ノイズ等の少ない15周波数を選んで用いた．本ソフトは地形情報をモデルに組み込むことが可能であり，陸上地形は10mメッシュのDEMデータ（国土地理院）を，海底地形は500mメッシュのDEMデータ（海上保安庁）を用いた.

解析の結果，ニセコ山系中軸部のイワオヌプリ付近に地表付近から深度数km付近にかけて続く低比抵抗領域が検出された.また、地表地熱兆候の一つであるニセコ大湯沼付近や源泉が分布するニセコアンヌプリ南側山麓部においても地表付近から深度2000m付近にかけて低比抵抗領域が検出された．ニセコ山系における火山活動および地熱・温泉資源の形成に関連した構造を示唆している．

謝辞：東京大学地震研究所による共同利用により，ADU-07探査装置を借用いたしました．また，地熱技術開発（株）による参照点データを用いました．

キーワード：ニセコ火山群、MT法探査、比抵抗構造、三次元モデリング
Keywords: Niseko volcanic group, Magnetotelluric survey, resistivity structure, 3-D modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

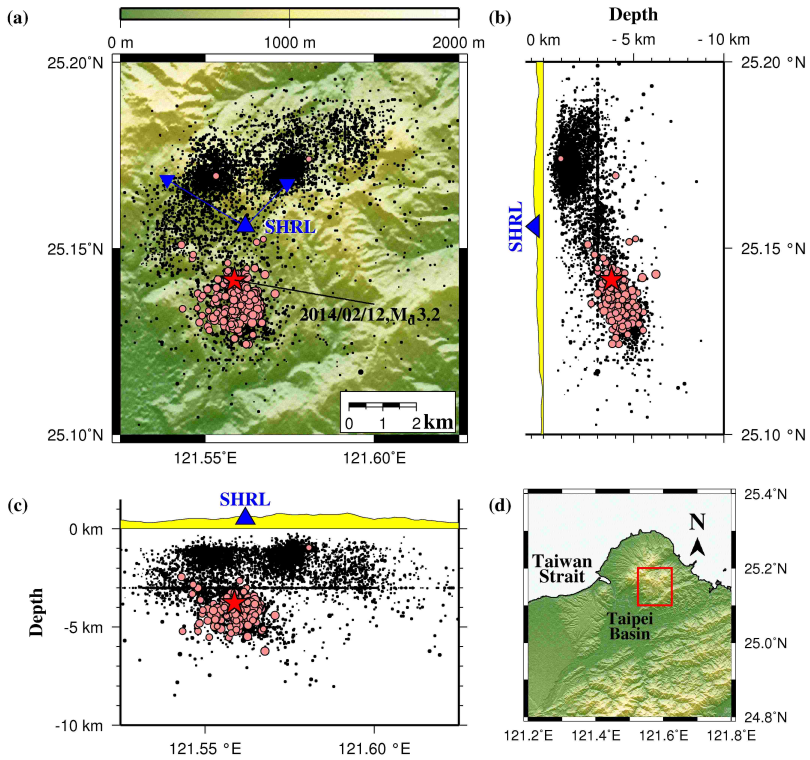
Hydrothermal fluid activity of the Tatun Volcano Group, Taiwan, revealed by self-potentials and seismicity

*Hong-Jia Chen[1], Zhi-Xian Yang[1], Chien-Chih Chen[1,2], Cheng-Horng Lin[3,4]

1. Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan., 2. Earthquake-Disaster & Risk Evaluation and Management, National Central University, Taoyuan, Taiwan., 3. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taipei, Taiwan., 4. Taiwan Volcano Observatory at Tatun, Taipei, Taiwan.

The objective of our research was to unravel the evolutions of the hydrothermal activities in the Tatun Volcano Group, Taiwan. We observed the significant variations of monthly earthquake counts, daily cumulative earthquake counts, and self-potential power spectral densities (PSDs) after April 21, 2016, providing strong evidence to identify hydrothermal fluid activities. This was further confirmed by the simulated electrical impedances using the resistivity forward modeling. Thus, an upward hydrothermal fluid movement is required to generate weaker PSDs of self-potentials at different frequencies. Herein, we concluded that geoelectric monitoring, along with seismic monitoring, help to understand the evolution of a hydrothermal system beneath a volcanic region.

Keywords: Hydrothermal fluid, Tatun Volcano, self-potential



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Utilizing the electrical conductivity distribution to unravel the hydrothermal system beneath Mt.Hasan composite volcano and its vicinity, southwest Cappodocia, Turkey

*Sabri Bulent Tank[1], Mustafa Karas[1]

1. Bogazici University

The electrical conductivity structure in the vicinity of Mt.Hasan composite volcano at Central Anatolia, Turkey was imaged by means of wide-band magnetotellurics data collected at 38 sounding locations and three-dimensional numerical modeling. The primary aim in this study was to decipher the major elements that drive a hydrothermal system beneath study area in detail. Therefore, following the dimensionality analyses performed by plotting induction arrows and phase tensor ellipses, the electromagnetic impedance data were numerically modeled in the data-space for imaging (i) the shallow and (ii) the deep electric structure with different frequency tables. While the former approach, provided information on the the thickness of a surficial (surface-to-2 km) and widespread welded ignimbrite layer, the latter approach, revealed the geometry of the deeper two layers beneath the ignimbrites that make up the clay cap. These layers that are found on the top of one another are interpreted as smectite (<10 Ohmm) and smectite-illite mixed (<10-15 Ohmm) layers. And finally beneath the smectite and smectite-illite layers, there is a cone-shaped anomaly (10 –60 Ohmm) that may have been serving as a reservoir for different vents in the area.

Keywords: Magnetotellurics, Volcanology, Hydrothermal systems, Mt.Hasan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Three-dimensional Magnetotelluric Inversion to map geothermal structures in Eburru Geothermal field, Kenya.

*JUSTUS MAITHYA[1], Yasuhiro FUJIMITSU[2]

1. Graduate School of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University, 2. Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University

To explore the geothermal system in Eburru geothermal field in an attempt to delineate possible heat sources and fluid flow pathways governing the system, 107 Magnetotelluric (MT) soundings were deployed in the field. The MT data was analyzed using phase tensor to determine the dimensionality of the subsurface resistivity structure. These data were inverted to a fully three-dimensional resistivity model. Overall, the inverted resistivity model fits the MT data very well as evidenced by the data misfit curves. Consequently, 2-D inversion were carried out and a joint interpretation was made on the basis of the two models. The preferred 3-D model images a resistive top layer overlying a very conductive layer (~ 10 ohm.m) interpreted as the hydrothermally altered clay cap of the system and a moderate resistivity layer (about 30 ohm.m). These layers are underlain by a higher resistivity zone (~ 100 ohm.m). To characterize the resistivity structure in the field, resistivity profiles were extracted from the 3-D model in order to cut across the known geological structures. The profiles analysed show a deep reaching conductive channel connecting two conductors located at ~ 1 km from the surface and at a depth of ~ 4 km. This channel can be interpreted as potential path way used by geothermal fluid to migrate to the surface and manifests as fumaroles and hot spring. The occurrence of fumaroles along faults suggests leakage of steam where the cap is likely to have been cut by the faults. The resultant 3-D resistivity models are generally similar to the two-dimensional (2-D) inversion models, however, the deeper portion of the 3-D model seems to be more realistic than that of the 2-D model.

Keywords: Eburru geothermal field , Magnetotelluric, 3-D Inversion, Resistivity, 2-D inversion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)

マグマと地表との間には、異なる地学環境の中で、多様な熱水系が生じている。熱水系の理解は地球システムの理解に寄与するとともに、地熱エネルギー利用或いは火山噴火予知においても欠かすことはできない。本セッションでは火山の熱水系に関して、地球物理・地球化学・地質学・貯留層工学的立場からの地下構造及び熱と流体の流れに関する議論を集中的に行う。理論・観測・実験いずれの立場からの研究も歓迎する。

[SVC39-P01] 近年の霧島硫黄山の火山活動に伴う湧水の化学組成変化

*山本 春香[1]、木川田 喜一[2]、深井 惠、Wei Deng (1.上智大学大学院理工学研究科、2.上智大学理工学部)

[SVC39-P02] 霧島火山群・硫黄山水蒸気噴火に関連した熱水循環プロセス

*森 啓悟[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、羽渕 元哉[1]、古谷 宗三[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、大嶋 将吾[3]、井川 怜欧[4] (1.大阪市立大学、2.九州大学、3.西日本技術開発株式会社、4.産業技術総合研究所)

[SVC39-P03] 火山噴煙中の水蒸気の同位体組成定量：噴煙から噴気ガス水蒸気の同位体組成は推定できるか？

*伊藤 昌稚[1]、角皆 潤[1]、高橋 幸士[2]、中川 書子[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SVC39-P04] **Radon measurements at Aso volcano: an experimental automatic radon station operative within the proximal zone of Nakadake**

*Corrado CIGOLINI[1]、Shin Yoshikawa[2]、Tomo Shibata[3]、Marco Laiolo[1]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, Japan、3.Institute for Geothermal Sciences, Graduate school of Science, Kyoto University, Japan)

[SVC39-P05] ACTIVE観測結果から見る2014-2016年阿蘇山活動期の地下熱水系の変化

*南 拓人[1]、宇津木 充[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3] (1.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、2.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、3.阿蘇ジオパーク推進協議会)

[SVC39-P06] 3-D Inversion of Magnetotelluric data from the Aluto-Langano Geothermal Field, Ethiopia

*Dejene Bekele[1]、Yasuhiro FUJIMITSU[2] (1.Graduate School of Engineering, Department of Cooperative Resources Engineering, Kyushu University、2.Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P07] Interpretation of Gravity Data to Delineate the Geothermal Reservoir Extent and Assess the Geothermal Resource in the Municipality of Isa, Southern Kyushu, Japan

*CARLOS OSMIN POCASANGRE[1]、Yasuhiro Fujimitsu[1]、Jun Nishijima[1] (1.Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P08] 伊豆大島火山カルデラ内坑井温度プロファイルによる伝導・対流熱伝達の推定

*鬼澤 真也[1] (1.気象研究所　火山研究部　第一研究室)

[SVC39-P09] 栗駒地域赤倉カルデラの熱水系数値モデル

*藤光 康宏[1]、吉岡 大地[2] (1.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門、2.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻)

近年の霧島硫黄山の火山活動に伴う湧水の化学組成変化
Changes in the chemistry of spring water related to the recent volcanic activity of Mt Iwo-Yama, Kirishima volcanic area

*山本 春香[1]、木川田 喜一[2]、深井 惠、Wei Deng
*Haruka Yamamoto[1], Yoshikazu Kikawada[2], Megumi Fukai, Wei Deng

1. 上智大学大学院理工学研究科、2. 上智大学理工学部
1. Graduated school of Fuculty of Sience and Technology Sophia University, 2. Fuculty of Sience and Technology Sophia University

Mt Iwo-Yama is an active volcano in the Kirishima volcanic area. The west flank of the volcano is known as the Ebino Highland. The volcano erupted in April 2018 for the first time in 250 years. The vents have opened with the phreatic eruptions and then formed boiling muddy pools. In this study, we discuss the current status of the volcanic activity of Mt Iwo-Yama based on the water chemistry of muddy crater lakes and the springs in the Ebino Highland.

We collected the sample water repeatedly from the muddy crater lakes at the summit area (V1) and the west flank (V2). The former one is the vent opened on April 19th, 2018 and the latter one is that opened on April 26th, 2018. In addition, we also collected repeatedly the specific spring water located along the small stream in the Ebino Highland. We labeled the spring water as S1 to S4 in the order of distance from the summit area. The collected water samples were chemically analyzed in our laboratory.

The V1 and V2 water contain extremely high concentrations of chloride and sulfate ions. Those two are very acidic, and the pH of them sometimes show the value lower than unity. These are considered that thermal water is supplied from the geothermal reservoir directly. At this writing, although the estimated temperatures for both reservoirs of V1 and V2 by the quartz geothermometer are over 200 deg-C, the temperature for V2 is a little higher than that of V1.

The fluctuations of Cl/SO4 ratio at S1, S2 and S3 are similar to that of V2. Also, the fluctuation of the ratio at S4, which is most far from the summit among the four, seems to be similar to these with 1- month time lag. From this, it is suggested that these springs in the Ebino Highland are affected by the geothermal activity related to V2. The concentration of dissolved chemical components and water temperature at S1 changed from an increasing trend to decreasing trend in August 2018. Conversely, these at S4 are on an increasing trend since September 2018.

The volcanic activity of Mt Iwo-Yama is remained to be active. Based on the water chemistry, the temperature of the geothermal system seems to be higher in the west flank area, that is the Ebino Highland area, than the summit area. The changes in the water chemistry of the hot springs suggesting the rise of thermal activity in the Ebino Highland have been observed. Further, the new fumaroles were opened in the west flank area since autumn 2018. In conclusion, it is considered that the geothermal activity of Mt Iwo-Yama is expanding from the summit area to the west flank area. This means that the thermal activity in the Ebino Highland area will become more active, and the fumarolic area will expand to the western part of the Ebino highland.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：霧島硫黄山
Keywords: Kirishima Iwo-Yama

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

霧島火山群・硫黄山水蒸気噴火に関連した熱水循環プロセス
Hydrothermal circulation process related to phreatic eruption of Iwo-Yama at Kirishima volcanoes

*森 啓悟[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、羽渕 元哉[1]、古谷 宗三[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、大嶋 将吾[3]、井川 怜欧[4]
*Keigo Mori[1], Harue Masuda[1], Tsuyoshi Shintani[1], Motoya Habuchi[1], Syuzou Furuya[1], Jun-ichiro Ishibashi[2], Takeshi Matsushima[2], Syogo Oshima[3], Reo Ikawa[4]

1. 大阪市立大学、2. 九州大学、3. 西日本技術開発株式会社、4. 産業技術総合研究所
1. Osaka City University, 2. Kyushu University, 3. West Japan Engineering Consultants, Inc., 4. AIST

霧島火山群・硫黄山南火口群では，2018年4月19日に水蒸気噴火が発生した以降も活発な噴気活動，噴湯現象が継続している．本報告では，2018年10月12，13日に採水した熱水の分析結果に基づいて，硫黄山水蒸気噴火に関連した地下の熱水循環系を明らかにした．

現地で水温・pH・ORP・ECを，電極を用いて測定した．持ち帰った試料について，Na^{+}・K^{+}は原子吸光光度法で，Ca^{2+}・Mg^{2+}は，EDTA滴定で定量した．溶存態のSi・As・Al^{3+}・Mn^{2+}・Fe^{2+}と一部の試料のCa^{2+}・Mg^{2+}をICP-MSで分析した．アルカリ度は，中和滴定で分析した．F^{-}・Cl^{-}・Br^{-}・NO_3^{-}・PO_4^{3-}・SO_4^{2-}は，イオンクロマトグラフ（IC）法により定量した．

硫黄山南火口群と西火口群に熱水の噴出が見られた．水温は約70℃～97℃，pHは約1.3～2.1であった．硫黄山北東側湿地帯に谷に沿って複数の低温湧水が見られた．水温は約20℃，pHは2.2～5.2であった．熱水のCl^{-}濃度は約1000～8000ppm，湿地帯の低温湧水は約3～300ppmであった．熱水のSO_4^{2-}濃度は，約2000～10000ppmに対し低温湧水は約10～1100ppmだった．すべての水試料でCl^{-}とSO_4^{2-}の濃度には正の直線関係があった．また，これらの成分がもっとも高濃度である熱水の水素・酸素安定同位体比は-20‰と-4.0‰であり，高温マグマと反応した成分を多く含んでいた。また，分析した成分濃度はアルカリ度とSiを除きCl^{-}濃度と正の直線関係が得られた．また熱水中のAs濃度は最高で約3000ppbであった．溶存シリカを用いた地質温度計は，Cl^{-}濃度が最大であった湯だまりの一つから得られた試料で最高温度の262℃を示した．

以上の結果から，現在の硫黄山地下の熱水系は，深部から上昇する火山性流体（マグマ水と推定）が雨水起源の浅部地下水によって260℃以上の温度で酸化され形成された酸性熱水を高温の一つの端成分として，周囲の地下水をもう一つの端成分とする単純混合によって説明できる．また，水蒸気噴火はさらに高温で酸性熱水が形成される過程で発生したと推定された．

キーワード：地質温度計、酸素・水素安定同位体
Keywords: geothermometer, hydrogen and oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山噴煙中の水蒸気の同位体組成定量：噴煙から噴気ガス水蒸気の同位体組成は推定できるか？

Determination on the stable isotopic compositions of H_2O in a volcanic plume

*伊藤 昌稚[1]、角皆 潤[1]、高橋 幸士[2]、中川 書子[1]
*Masanori Ito[1], Urumu Tsunogai[1], Koji U Takahashi[2], Fumiko Nakagawa[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Nagoya University, Graduate School of Environmental Studies, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

火山から放出される揮発性物質（火山ガス）は、その8割以上を水蒸気が占める。この火山ガス中の水蒸気の起源には、マグマそのものの場合（マグマ水）と、山体内部の地下水の場合（天水）があり、両者間で各同位体比（δDおよびδ^{18}O）が大きく異なることが知られている。噴火に伴って大気中に放出され、風下に流下してくる噴煙中の水蒸気の同位体比を定量化することができれば、そこから水蒸気の起源（マグマ水か、天水か）が判別できる。これはその噴火がマグマ噴火か、それとも水蒸気噴火かを判別することに直結するため、火山学的に極めて重要な情報となる。

そこで、本研究では噴気孔にアクセス可能な噴気地帯において噴煙中の水蒸気の同位体比を実測し、噴気孔で直接採取した水蒸気の同位体比と比較して、両者が一致するかどうかを検証した。噴煙試料は現場で真空容器中に大気圧まで採取するグラブサンプリング法を採用した。これを持ち帰って実験室内に構築した測定システムに接続した。接続部を高純度空気でフラッシュした上で容器のバルブを開放し、容器内の大気（噴煙）試料をCavity Ring-Down分光分析システム（CRDS）に圧力差を用いて導入、出力が安定したところで同位体比を測定した。流路上への水蒸気の吸着を最小限に抑制するため、測定システム全体を60 ℃程度に加熱した。付属の蒸発器から同位体比既知の水試料（標準試料）を水蒸気化してCRDSに導入して測定することで、測定値をキャリブレーションした。

箱根火山の大涌谷地熱地帯では、2014年7月, 2015年11月、2018年の7月の計3回の観測を実施した。噴気孔からの距離を変えながら、毎回20試料程度の噴煙試料を真空容器（内容積1000mL程度のガラス製）に採取した。同時に、噴気孔において低温トラップを用いて水蒸気試料（凝縮水）の直接採取も行った。

各観測の噴煙試料間の水蒸気の濃度（逆数）と同位体比（δDおよびδ^{18}O）は明瞭な線形相関を示し（R^2は0.9以上）、噴煙試料間の水蒸気の濃度と同位体比が大気と噴気ガスの二種の端成分間の単純混合でほぼ説明できることを示した。各観測の同位体比（δDおよびδ^{18}O）の回帰直線の切片の値として推定された噴気ガスの同位体比は、凝縮水の同位体比（δDおよびδ^{18}O）とそれぞれ、誤差内で一致した。今後はドローンなどを用いて噴煙を遠隔から採取することで噴気中のH_2Oの同位体比を遠隔から推定できることが実証された。

本研究は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の助成を受け実施されました。ここに記して深く感謝いたします。

キーワード：火山ガス、安定同位体組成、キャビティリングダウン分光分析装置
Keywords: Volcanic gases, Stable isotopic compositions, Cavity Ring-Down Sectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radon measurements at Aso volcano: an experimental automatic radon station operative within the proximal zone of Nakadake

*Corrado CIGOLINI[1], Shin Yoshikawa[2], Tomo Shibata[3], Marco Laiolo[1], Diego Coppola[1]

1. Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy, 2. Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, Japan, 3. Institute for Geothermal Sciences, Graduate school of Science, Kyoto University, Japan

Radon measurements at Aso Volcano first started on May 2015 and persisted until January 2016. They were resumed on August 2017 and they are currently on-going. Radon data have been collected by means of an in-soil automatic station located at about 1.06 km from the active crater (crater 1) together with soil temperatures (measured at the sampling site and 1 m below) and local atmospheric parameters (JMA).
During earlier measurements Aso volcano was affected by a sporadic explosive activity, which marked the ceasing of a Strombolian phase, and was followed by moderate phreatomagmatic events. Radon measurements been compared with ground-based and satellite thermal data, the latter collected by the MIROVA system. Radon concentrations were fluctuating from 300 to about 1100 Bq/m^3 during May-July 2015, and they reached a minimum two weeks before the strong degassing that occurred at the beginning of August. On August 8, 2015 the Volcanic Radiative Power (VRP) detected by MIROVA was slightly below 1 MW. Since then there has been an increasing trend in Radon emissions (up to about 900 Bq/m^3) that preceded the strong phreatic explosion of September 14. By the end of September, a new increasing trend reached a relative maximum (up to 1900 Bq/m^3) one week before the explosion of the 23 of October 2015. Then, radon data persistently fluctuated well above 900 Bq/m^3. This time span was accompanied by a general decrease of the detected thermal anomalies which were nearly coeval with the replenishment of the crater lake.
During 2017 radon emissions reached their relative maxima (up to 1380 Bq/m3) during fall-winter, whereas in 2018 the higher peak reaches 1450 Bq/m3 during the early fall (October 3). Several peaks seems to be correlated with the thermal gradient at the measurement site. However, some other peaks appear somehow coeval with some thermal anomalies in the crater area detected by the MIROVA system. Among these the one that occurred on May 15 that touched 1250 Bq/m3 and preceded the drastic increase in temperature of the South wall (up to 715 ˚C, according to JMA data). Two other minor anomalous peaks were recorded on June 13 and July 29, both were well above 800 Bq/m3. A systematic analysis of all radon data shows that radon emissions, in absence of anomalous spikes, are inversely correlated with soil temperatures and that the contribution of atmospheric pressure marginally affect radon emissions. The spectrum of the radon signal shows the existence of both diurnal and semidiurnal peaks, typically observed during continuous radon measurements. Future work should be concentrated in the attempt to better correlate radon emissions with the changes in volcanic activity, including the effects of environmental parameters on the radon signal.

Keywords: Radon , radon signal, radon anomalies/peaks, environmental parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ACTIVE観測結果から見る2014-2016年阿蘇山活動期の地下熱水系の変化
Evolution of the hydrothermal system of Aso volcano during the 2014-2016 eruption period, as inferred by the ACTIVE observations

*南 拓人[1]、宇津木 充[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3]
*Takuto Minami[1], Mitsuru Utsugi[2], Hisashi Utada[1], Tsuneomi Kagiyama[3]

1. 東京大学地震研究所海半球観測研究センター、2. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター、3. 阿蘇ジオパーク推進協議会
1. Ocean Hemisphere Research Institute, Earthquake Research Institute,The University of Tokyo, 2. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothremal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 3. Aso Geopark Promotion Council

Electrical resistivity structures provide important information about hydrothermal systems of volcanos. Previous studies using the magnetotelluric method have revealed shallow resistivity structures associated with conductive cap rocks underlain by hydrothermal reservoirs (e.g. Nurhasan et al. 2006). However, evolution of such a hydrothermal system over volcanic eruptions has never been understood in detail.

We have intermittently conducted observations of an electromagnetic volcano monitoring system, ACTIVE (Utada et al. 2007), in Aso volcano for about half a decade. ACTIVE system consists of transmitter dipoles for controlled-source electric currents and an array of induction-coil receivers for measuring the vertical component of the induced magnetic field dependent on the subsurface resistivity structure. ACTIVE system in Aso volcano recently succeeded in detecting temporal variation in the resistivity structure over the magmatic eruptions that started in November 2014 and ceased in May 2015 (hereafter referred to as the magmatic eruption period (MEP)). In our previous study, three-dimensional inversions for the two sets of ACTIVE responses obtained in August 2014 and August 2015 revealed (1) a broad increase in resistivity ~400 m below the bottom of the first Nakadake crater and (2) a decrease in resistivity ~100 m beneath the western rim of the crater (Minami et al. 2018). Both changes in resistivity presumably originated before MEP because the corresponding variation in the ACTIVE response happened mainly between the two observation campaigns in August 2014 and just after the starting of MEP, say, on November 26, 2015. The decrease of resistivity at shallow level implies presence of a temporal fluid reservoir which appeared prior to MEP and possibly contributed to the phreatomagmatic eruptions in September 2015 and October 2016. We are now analyzing the ACTIVE responses after MEP to resolve evolution of the hydrothermal system of Aso volcano over the active period spanning from November 2014 to October 2016.

In the presentation, we comprehensively discuss evolution of the hydrothermal system of Aso volcano from August 2014 to August 2017, including MEP from August 2014 to May 2015 and the two phreatomagmatic eruption events in September 2015 and in October 2016, by using ACTIVE data sets.

キーワード：阿蘇、火山、ACTIVE、比抵抗、時間変化
Keywords: Aso, volcano, ACTIVE, resistivity, temporal variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3-D Inversion of Magnetotelluric data from the Aluto-Langano Geothermal Field, Ethiopia

*Dejene Bekele[1], Yasuhiro FUJIMITSU[2]

1. Graduate School of Engineering, Department of Cooperative Resources Engineering, Kyushu University, 2. Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University

The Main Ethiopian rift valley hosts a number of geothermal prospected area, which is known to be actively deforming with reoccurring periods of uplift and setting. One of the regions where the prospected area is confirmed by drilling is the Aluto-Langano geothermal area. Aluto area is situated in the Main Ethiopian rift valley system bounded by latitude 7.60˚-7.96˚ N and longitude 38.68˚-38.92˚ E. This field has been studied by the Geological Survey of Ethiopia (GSE) since1980s, and these studies subsequently led to the drilling of 10 exploration wells. This field is currently developed with a Binary power plant of a 7.2 MWe installed capacity. From the results of various regional geoscientific studies in this part of the Ethiopian rift, the area of Aluto-Langano geothermal field was observed to have relatively higher exploitable geothermal potential in Ethiopia. However, more studies are required in order to obtain more information about the subsurface structure and heat source below the Aluto volcanic complex (AVC) and to delineate the parameters of the geothermal reservoir in the area. To address this, Electro Consultant (ELC) and GSE carried out magnetotelluric surveys in the Aluto-Langano geothermal field in 2009 and 2015 respectively. This study combines the two surveys done covering the whole Aluto volcanic complex with a total of 166 MT stations. The MT data was processed and used in the construction of a 3-D MT inversion model, which was then interpreted alongside the available geological information. The dimensionality analysis of MT data was carried out based on the strike and dimensions of the resistivity distribution around the MT sites, by plotting the Phase tensor for each MT site for the frequency range of 10^{4} -10^{-3} Hz. Most of the maps of phase tensor exhibit 3-D structures, hence need for 3-D inversion. In order to get 3-D conductivity models of the subsurface, the MT data were inverted in the period range of 10^{-3}–10^{4}s at uniform distributed discrete periods using the ModEM code. The resultant 3-D resistivity model shows a highly conductive zone with a diameter of around 10 km in the center of the Aluto volcanic complex at depths between 800–2500 m. The identified resistivity distribution corresponds very well to the conceptual reservoir model of a high-enthalpy geothermal system with its mushroom shaped zoning comprising a resistive up-flow zone overlain by a conductive clay cap. From well data analysis it is known that the conductive cap at Aluto is related to rock units and therefore, eliciting the origin of the heat source and delineating the subsurface structure in the study area. The 3-D resistivity model images the resistivity structure in the study area hence showing the origin of Aluto heat sources and delineating the location of faults and fracture system. In particular, the cap rock zones of the geothermal reservoir system by studying low resistivity zones at relatively shallow depths are important in selecting future drilling targets.

Keywords: Aluto-Langano, 3-D Inversion, Magnetetolluric, Ethiopia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interpretation of Gravity Data to Delineate the Geothermal Reservoir Extent and Assess the Geothermal Resource in the Municipality of Isa, Southern Kyushu, Japan

*CARLOS OSMIN POCASANGRE[1], Yasuhiro Fujimitsu[1], Jun Nishijima[1]

1. Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University

The municipality of Isa is located in the southern part of Kyushu Island, and it is considered one of the wealthiest places in Japan because one of the most important gold mines is found in this area, Hishikari mine. Additionally, there are many hydrothermal manifestations, e.g., Hishikari, Yunoo, Kawanami, and Kintaro hot springs, which can be exploited by the community as an electric power source. Until now, the geothermal resource has not been used for power generation purpose although Geological Survey of Japan had carried out some preliminary geothermal assessments, which show that the power potential density is between 10 and 20 kW/km^2. To calibrate the previous value, first, this study attempts to analyze and interpret the gravity data for delineating the geothermal reservoir boundary and the assessment of geothermal resource. Accordingly, the corresponding researchers conducted 2-D and 3-D gravity modeling in the current research. This modeling is an essential stage of the complete gravity analysis in the region, because the filtering gravity methods, i.e., Horizontal-Derivative and Tilt-Derivative, can quickly detect steep gradients and indicate the location of faults or geological boundaries, however, they cannot estimate geological structure depth and shape. For this purpose, an area of 10 x 10 km was selected and analyzed considering a Bouguer Density of 2.45 g/cm^3. The Bouguer Anomaly result shows a high value at the center, which extends 5.61 km^2 wide and could represent the probable geothermal resource. According to the Kagoshima geological map, volcanic and sedimentary rocks are the dominant type of rocks in this area. Cretaceous Shimanto group controls the fundamental structure of the deepest element. This arrangement is typically composed of sandstone, shale, acidic tuff with subordinate conglomerates, and their alterations, also Pliocene volcanic rocks and alluvial deposits. Similarly, Kakuto and Okuchi Basin, which are located at east and west respectively, control the region. The 2-D gravity modeling was carried out requiring a density contrast between the two assumed layers, i.e., the basement and the low-density deposit, and thus a value of 0.4 g/cm^3 was assigned. Likewise, the horizontal size of the cells was set at 100 m. The profile trending NW- SE shows a significant depression 400 m to 700 m deep located next to Hishikari hot spring. In this way, the hydrothermal fluids might be flowing up to the surface forming altered rocks and hot springs by using a possible geological fault. For a better understanding of the region, the authors also carried out 3-D gravity modeling. The result shows an area which has density values below 2.4 g/cm^3 and the zone NE-SW direction that starts at the Uonogoe area and ends at the Yamada area. Besides, a large anomaly located in the central area that has density values above 2.5 g/cm^3 is evident. This anomaly represents the hydrothermal alteration zone that hosts the propylitic altered rocks having precious minerals such as gold and silver. Between these evidenced zones, we could infer the location of the geothermal reserve which has an area of 4.06 km^2. Integrating past research reports carried out by NEDO, using the Volumetric method with the calculated geothermal reserve area, and a Monte Carlo simulation, we estimated a geothermal power potential of 90 kW (22.5 kW/km^2) for 20 years. Nevertheless, this result needs to be corrected by further geoscientific investigations including inversion modelings.

Keywords: Isa region, gravity data, propylitic alteration, hot springs, gravity modeling, geothermal power assessment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島火山カルデラ内坑井温度プロファイルによる伝導・対流熱伝達の推定

Conductive and convective heat fluxes inferred from temperature profile of a borehole in Izu-Oshima volcano

*鬼澤 真也[1]
*Shin'ya Onizawa[1]

1. 気象研究所　火山研究部　第一研究室
1. Volcanology Research Department, Meteorological Research Institute, JMA

伊豆大島火山では1998年に東京大学地震研究所によってカルデラ内に1,000 m深の坑井が掘削されている．地下水面以深の温度プロファイルは0.28 ℃/mの大きな地温勾配を示すとともに，上昇流の存在を示唆するパターンが認められており，伊豆大島火山山体中心部の熱・流体移動を推察する上で貴重なデータである．ここでは，本坑井の温度プロファイルデータから伝導・対流熱伝達量の推定を試みる．

本坑井は三原山の西方およそ1 kmのカルデラ内に位置する．坑口標高は547 m，孔底が海抜下453 mである．本坑井は，「後カルデラ及び先カルデラ新期山体」「先カルデラ古期山体」「基盤」という本地域の標準的な層序を貫いている．「先カルデラ新期山体」と「先カルデラ古期山体」との境界は概ね海水準であり，海抜下250 m以深から孔底までが「基盤」に相当する（中田・他, 1999）．

地下水面は海抜36 mに存在し，これより浅部の約500 mでは厚い不飽和層が発達している．温度プロファイルの特徴はこの地下水位の上下で分けられる．日射等の季節変動の影響を受けている地表面付近を除き，深さおよそ50-350 m（海抜約500-200 m）では，16-17℃と一定している．これ以深ではおよそ37℃の地下水面まで温度が徐々に上昇する．この下に凸の温度プロファイルは天水浸透による強い下降流の存在を示唆する．一方，地下水面より深部では約0.28 ℃/mの大きな温度勾配があり，孔底で173.3 ℃に達する．温度勾配は一定ではなく，2つの上に凸のパターンが認められ，それぞれ上昇流の存在を示唆する．これら2つの深度は，「先カルデラ古期山体」及び「基盤」に対応している．

地下深部からの伝導・対流熱伝達の情報を抽出するために，地下水面以下の飽和領域について温度プロファイルデータの解析を行った．ここで，観測された温度勾配は岩相とも相関しているようにも見える．有効熱伝導率の違いが見掛け上の温度プロファイルパターンを形成している可能性もあるため，この影響を補正しなければならない．本坑井では，坑井内重力測定により10m毎の区間密度が推定されていることから，空隙を持たない岩石密度及び孔隙水密度を仮定することにより，空隙率を推定できる．さらに推定された空隙率から，Robertson (1988)による玄武岩質岩石のためのパラメータを用い区間毎の有効熱伝導率を推定し，この影響を補正した．

1次元定常鉛直流を仮定し温度プロファイルから伝導・対流熱伝達の推定を行った．対象深度は「先カルデラ古期山体」のうち火山砕屑岩が卓越する上部及び「基盤」の2区間である．「先カルデラ古期山体」では，ペクレ数が0.91と推定され，伝導伝熱と対流伝熱とがほぼ同等である．伝導，対流熱流束，体積流量の推定値はそれぞれ0.45-0.56 W/m^2，0.41-0.51 W/m^2，地下水の体積流量は(1.42-1.78)×10^{-6} m/sである．一方，「基盤」においては，ペクレ数が0.31-0.41であり伝導伝熱が卓越する結果が得られた．伝導，対流熱流束，体積流量の推定値はそれぞれ0.32-0.39 W/m^2，0.12-0.13 W/m^2，地下水の体積流量は(4.71-4.98)×10^{-7} m/sである．

伊豆大島の地殻熱流量については，これまで北西海岸沿いの坑井温度プロファイル，岩石熱伝導率か

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ら，「基盤」に相当するおいて平均的地殻熱流量の約3倍となる0.2 W/m^{2}の伝導伝熱が推定されいる（Honda et al., 1979）．カルデラ地域の本坑井で推定された「基盤」での伝導伝熱はこの約1.5から2倍に相当し，これに対流の効果が加わっている．仮にこれらの熱流束を100 km^{2}の範囲（～全島スケール）に当てはめると、20-51 MWに相当する．

キーワード：伊豆大島火山、温度プロファイル、熱流束、地下水
Keywords: Izu-Oshima volcano, temperature profile, heat flux, groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

栗駒地域赤倉カルデラの熱水系数値モデル
Numerical model of the hydrothermal system at the Akakura Caldera in Kurikoma Area

*藤光 康宏[1]、吉岡 大地[2]
*Yasuhiro Fujimitsu[1], Daichi Yoshioka[2]

1. 九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門、2. 九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻
1. Department of Earth Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University, 2. Department of Earth Resources Engineering, Graduate School of Engineering, Kyushu University

赤倉カルデラは栗駒地域南部、山形県最上郡最上町赤倉温泉から宮城県大崎市西部の県境付近に位置する、東北地方の古カルデラのひとつで、約300万年前の大規模火砕流により形成された。本研究は、赤倉カルデラをモデルとして熱水系の発達の数値シミュレーションを行った。数値モデリングでは、カルデラ構造の形成に関わったマグマ溜まり（マグマ1）、逆断層に伴う高透水性の破砕帯と環状割れ目、石英充填不透水層、フラクチャークラウドなどの構造をモデルに反映させ、さらに活動時期が0.8～1.4 Maと推定されている後カルデラ期の火山活動をもたらしたマグマ溜まり（マグマ2）の定置を考慮した。計算期間はマグマ1の定置から現在までの300万年とし、マグマ1の定置から220万年経過後にマグマ2を定置した。マグマ1及びマグマ2の初期温度はどちらも1000 ℃に設定した。またマグマ2の大きさは直径2.5 kmおよび直径3.5 kmの2つの条件について計算を行った。数値モデリングの結果、マグマ2定置から約10万年後までであれば、深度5 kmで超臨界状態の領域が維持されることが示された。本結果より、赤倉カルデラのようなピストンシリンダー型カルデラで、後カルデラ期火山活動が開始してから10万年程度であれば、高温熱水系が発達していることが推測される。

キーワード：熱水系、数値モデリング、カルデラ
Keywords: hydrothermal system, numerical modeling, caldera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-VC39] 火山の熱水系

コンビーナ:藤光 康宏(九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)、神田 径(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、大場 武(東海大学理学部化学科)

マグマと地表との間には、異なる地学環境の中で、多様な熱水系が生じている。熱水系の理解は地球システムの理解に寄与するとともに、地熱エネルギー利用或いは火山噴火予知においても欠かすことはできない。本セッションでは火山の熱水系に関して、地球物理・地球化学・地質学・貯留層工学的立場からの地下構造及び熱と流体の流れに関する議論を集中的に行う。理論・観測・実験いずれの立場からの研究も歓迎する。

[SVC39-P01] 近年の霧島硫黄山の火山活動に伴う湧水の化学組成変化

*山本 春香[1]、木川田 喜一[2]、深井 惠、Wei Deng (1.上智大学大学院理工学研究科、2.上智大学理工学部)

[SVC39-P02] 霧島火山群・硫黄山水蒸気噴火に関連した熱水循環プロセス

*森 啓悟[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、羽渕 元哉[1]、古谷 宗三[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、大嶋 将吾[3]、井川 怜欧[4] (1.大阪市立大学、2.九州大学、3.西日本技術開発株式会社、4.産業技術総合研究所)

[SVC39-P03] 火山噴煙中の水蒸気の同位体組成定量：噴煙から噴気ガス水蒸気の同位体組成は推定できるか？

*伊藤 昌稚[1]、角皆 潤[1]、高橋 幸士[2]、中川 書子[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SVC39-P04] **Radon measurements at Aso volcano: an experimental automatic radon station operative within the proximal zone of Nakadake**

*Corrado CIGOLINI[1]、Shin Yoshikawa[2]、Tomo Shibata[3]、Marco Laiolo[1]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, Japan、3.Institute for Geothermal Sciences, Graduate school of Science, Kyoto University, Japan)

[SVC39-P05] ACTIVE観測結果から見る2014-2016年阿蘇山活動期の地下熱水系の変化

*南 拓人[1]、宇津木 充[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3] (1.東京大学地震研究所海半球観測研究センター、2.京都大学大学院理学研究科火山研究センター、3.阿蘇ジオパーク推進協議会)

[SVC39-P06] 3-D Inversion of Magnetotelluric data from the Aluto-Langano Geothermal Field, Ethiopia

*Dejene Bekele[1]、Yasuhiro FUJIMITSU[2] (1.Graduate School of Engineering, Department of Cooperative Resources Engineering, Kyushu University、2.Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P07] Interpretation of Gravity Data to Delineate the Geothermal Reservoir Extent and Assess the Geothermal Resource in the Municipality of Isa, Southern Kyushu, Japan

*CARLOS OSMIN POCASANGRE[1]、Yasuhiro Fujimitsu[1]、Jun Nishijima[1] (1.Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University)

[SVC39-P08] 伊豆大島火山カルデラ内坑井温度プロファイルによる伝導・対流熱伝達の推定

*鬼澤 真也[1] (1.気象研究所　火山研究部　第一研究室)

[SVC39-P09] 栗駒地域赤倉カルデラの熱水系数値モデル

*藤光 康宏[1]、吉岡 大地[2] (1.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門、2.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻)

近年の霧島硫黄山の火山活動に伴う湧水の化学組成変化
Changes in the chemistry of spring water related to the recent volcanic activity of Mt Iwo-Yama, Kirishima volcanic area

*山本 春香[1]、木川田 喜一[2]、深井 惠、Wei Deng
*Haruka Yamamoto[1], Yoshikazu Kikawada[2], Megumi Fukai, Wei Deng

1. 上智大学大学院理工学研究科、2. 上智大学理工学部
1. Graduated school of Fuculty of Sience and Technology Sophia University, 2. Fuculty of Sience and Technology Sophia University

Mt Iwo-Yama is an active volcano in the Kirishima volcanic area. The west flank of the volcano is known as the Ebino Highland. The volcano erupted in April 2018 for the first time in 250 years. The vents have opened with the phreatic eruptions and then formed boiling muddy pools. In this study, we discuss the current status of the volcanic activity of Mt Iwo-Yama based on the water chemistry of muddy crater lakes and the springs in the Ebino Highland.

We collected the sample water repeatedly from the muddy crater lakes at the summit area (V1) and the west flank (V2). The former one is the vent opened on April 19th, 2018 and the latter one is that opened on April 26th, 2018. In addition, we also collected repeatedly the specific spring water located along the small stream in the Ebino Highland. We labeled the spring water as S1 to S4 in the order of distance from the summit area. The collected water samples were chemically analyzed in our laboratory.

The V1 and V2 water contain extremely high concentrations of chloride and sulfate ions. Those two are very acidic, and the pH of them sometimes show the value lower than unity. These are considered that thermal water is supplied from the geothermal reservoir directly. At this writing, although the estimated temperatures for both reservoirs of V1 and V2 by the quartz geothermometer are over 200 deg-C, the temperature for V2 is a little higher than that of V1.

The fluctuations of Cl/SO4 ratio at S1, S2 and S3 are similar to that of V2. Also, the fluctuation of the ratio at S4, which is most far from the summit among the four, seems to be similar to these with 1- month time lag. From this, it is suggested that these springs in the Ebino Highland are affected by the geothermal activity related to V2. The concentration of dissolved chemical components and water temperature at S1 changed from an increasing trend to decreasing trend in August 2018. Conversely, these at S4 are on an increasing trend since September 2018.

The volcanic activity of Mt Iwo-Yama is remained to be active. Based on the water chemistry, the temperature of the geothermal system seems to be higher in the west flank area, that is the Ebino Highland area, than the summit area. The changes in the water chemistry of the hot springs suggesting the rise of thermal activity in the Ebino Highland have been observed. Further, the new fumaroles were opened in the west flank area since autumn 2018. In conclusion, it is considered that the geothermal activity of Mt Iwo-Yama is expanding from the summit area to the west flank area. This means that the thermal activity in the Ebino Highland area will become more active, and the fumarolic area will expand to the western part of the Ebino highland.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：霧島硫黄山
Keywords: Kirishima Iwo-Yama

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

霧島火山群・硫黄山水蒸気噴火に関連した熱水循環プロセス
Hydrothermal circulation process related to phreatic eruption of Iwo-Yama at Kirishima volcanoes

*森 啓悟[1]、益田 晴恵[1]、新谷 毅[1]、羽渕 元哉[1]、古谷 宗三[1]、石橋 純一郎[2]、松島 健[2]、大嶋 将吾[3]、井川 怜欧[4]
*Keigo Mori[1], Harue Masuda[1], Tsuyoshi Shintani[1], Motoya Habuchi[1], Syuzou Furuya[1], Jun-ichiro Ishibashi[2], Takeshi Matsushima[2], Syogo Oshima[3], Reo Ikawa[4]

1. 大阪市立大学、2. 九州大学、3. 西日本技術開発株式会社、4. 産業技術総合研究所
1. Osaka City University, 2. Kyushu University, 3. West Japan Engineering Consultants, Inc., 4. AIST

霧島火山群・硫黄山南火口群では，2018年4月19日に水蒸気噴火が発生した以降も活発な噴気活動，噴湯現象が継続している．本報告では，2018年10月12，13日に採水した熱水の分析結果に基づいて，硫黄山水蒸気噴火に関連した地下の熱水循環系を明らかにした．

現地で水温・pH・ORP・ECを，電極を用いて測定した．持ち帰った試料について，Na^{+}・K^{+}は原子吸光光度法で，Ca^{2+}・Mg^{2+}は，EDTA滴定で定量した．溶存態のSi・As・Al^{3+}・Mn^{2+}・Fe^{2+}と一部の試料のCa^{2+}・Mg^{2+}をICP-MSで分析した．アルカリ度は，中和滴定で分析した．F^{-}・Cl^{-}・Br^{-}・NO_3^{-}・PO_4^{3-}・SO_4^{2-}は，イオンクロマトグラフ（IC）法により定量した．

硫黄山南火口群と西火口群に熱水の噴出が見られた．水温は約70℃～97℃，pHは約1.3～2.1であった．硫黄山北東側湿地帯に谷に沿って複数の低温湧水が見られた．水温は約20℃，pHは2.2～5.2であった．熱水のCl^{-}濃度は約1000～8000ppm，湿地帯の低温湧水は約3～300ppmであった．熱水のSO_4^{2-}濃度は，約2000～10000ppmに対し低温湧水は約10～1100ppmだった．すべての水試料でCl^{-}とSO_4^{2-}の濃度には正の直線関係があった．また，これらの成分がもっとも高濃度である熱水の水素・酸素安定同位体比は-20‰と-4.0‰であり，高温マグマと反応した成分を多く含んでいた。また，分析した成分濃度はアルカリ度とSiを除きCl^{-}濃度と正の直線関係が得られた．また熱水中のAs濃度は最高で約3000ppbであった．溶存シリカを用いた地質温度計は，Cl^{-}濃度が最大であった湯だまりの一つから得られた試料で最高温度の262℃を示した．

以上の結果から，現在の硫黄山地下の熱水系は，深部から上昇する火山性流体（マグマ水と推定）が雨水起源の浅部地下水によって260℃以上の温度で酸化され形成された酸性熱水を高温の一つの端成分として，周囲の地下水をもう一つの端成分とする単純混合によって説明できる．また，水蒸気噴火はさらに高温で酸性熱水が形成される過程で発生したと推定された．

キーワード：地質温度計、酸素・水素安定同位体
Keywords: geothermometer, hydrogen and oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山噴煙中の水蒸気の同位体組成定量：噴煙から噴気ガス水蒸気の同位体組成は推定できるか？

Determination on the stable isotopic compositions of H_2O in a volcanic plume

*伊藤 昌稚[1]、角皆 潤[1]、高橋 幸士[2]、中川 書子[1]
*Masanori Ito[1], Urumu Tsunogai[1], Koji U Takahashi[2], Fumiko Nakagawa[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Nagoya University, Graduate School of Environmental Studies, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

火山から放出される揮発性物質（火山ガス）は、その8割以上を水蒸気が占める。この火山ガス中の水蒸気の起源には、マグマそのものの場合（マグマ水）と、山体内部の地下水の場合（天水）があり、両者間で各同位体比（δDおよびδ^{18}O）が大きく異なることが知られている。噴火に伴って大気中に放出され、風下に流下してくる噴煙中の水蒸気の同位体比を定量化することができれば、そこから水蒸気の起源（マグマ水か、天水か）が判別できる。これはその噴火がマグマ噴火か、それとも水蒸気噴火かを判別することに直結するため、火山学的に極めて重要な情報となる。

そこで、本研究では噴気孔にアクセス可能な噴気地帯において噴煙中の水蒸気の同位体比を実測し、噴気孔で直接採取した水蒸気の同位体比と比較して、両者が一致するかどうかを検証した。噴煙試料は現場で真空容器中に大気圧まで採取するグラブサンプリング法を採用した。これを持ち帰って実験室内に構築した測定システムに接続した。接続部を高純度空気でフラッシュした上で容器のバルブを開放し、容器内の大気（噴煙）試料をCavity Ring-Down分光分析システム（CRDS）に圧力差を用いて導入、出力が安定したところで同位体比を測定した。流路上への水蒸気の吸着を最小限に抑制するため、測定システム全体を60 ℃程度に加熱した。付属の蒸発器から同位体比既知の水試料（標準試料）を水蒸気化してCRDSに導入して測定することで、測定値をキャリブレーションした。

箱根火山の大涌谷地熱地帯では、2014年7月, 2015年11月、2018年の7月の計3回の観測を実施した。噴気孔からの距離を変えながら、毎回20試料程度の噴煙試料を真空容器（内容積1000mL程度のガラス製）に採取した。同時に、噴気孔において低温トラップを用いて水蒸気試料（凝縮水）の直接採取も行った。

各観測の噴煙試料間の水蒸気の濃度（逆数）と同位体比（δDおよびδ^{18}O）は明瞭な線形相関を示し（R^2は0.9以上）、噴煙試料間の水蒸気の濃度と同位体比が大気と噴気ガスの二種の端成分間の単純混合でほぼ説明できることを示した。各観測の同位体比（δDおよびδ^{18}O）の回帰直線の切片の値として推定された噴気ガスの同位体比は、凝縮水の同位体比（δDおよびδ^{18}O）とそれぞれ、誤差内で一致した。今後はドローンなどを用いて噴煙を遠隔から採取することで噴気中のH_2Oの同位体比を遠隔から推定できることが実証された。

本研究は文部科学省「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」の助成を受け実施されました。ここに記して深く感謝いたします。

キーワード：火山ガス、安定同位体組成、キャビティリングダウン分光分析装置
Keywords: Volcanic gases, Stable isotopic compositions, Cavity Ring-Down Sectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radon measurements at Aso volcano: an experimental automatic radon station operative within the proximal zone of Nakadake

*Corrado CIGOLINI[1], Shin Yoshikawa[2], Tomo Shibata[3], Marco Laiolo[1], Diego Coppola[1]

1. Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy, 2. Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University, Japan, 3. Institute for Geothermal Sciences, Graduate school of Science, Kyoto University, Japan

Radon measurements at Aso Volcano first started on May 2015 and persisted until January 2016. They were resumed on August 2017 and they are currently on-going. Radon data have been collected by means of an in-soil automatic station located at about 1.06 km from the active crater (crater 1) together with soil temperatures (measured at the sampling site and 1 m below) and local atmospheric parameters (JMA).
During earlier measurements Aso volcano was affected by a sporadic explosive activity, which marked the ceasing of a Strombolian phase, and was followed by moderate phreatomagmatic events. Radon measurements been compared with ground-based and satellite thermal data, the latter collected by the MIROVA system. Radon concentrations were fluctuating from 300 to about 1100 Bq/m^3 during May-July 2015, and they reached a minimum two weeks before the strong degassing that occurred at the beginning of August. On August 8, 2015 the Volcanic Radiative Power (VRP) detected by MIROVA was slightly below 1 MW. Since then there has been an increasing trend in Radon emissions (up to about 900 Bq/m^3) that preceded the strong phreatic explosion of September 14. By the end of September, a new increasing trend reached a relative maximum (up to 1900 Bq/m^3) one week before the explosion of the 23 of October 2015. Then, radon data persistently fluctuated well above 900 Bq/m^3. This time span was accompanied by a general decrease of the detected thermal anomalies which were nearly coeval with the replenishment of the crater lake.
During 2017 radon emissions reached their relative maxima (up to 1380 Bq/m3) during fall-winter, whereas in 2018 the higher peak reaches 1450 Bq/m3 during the early fall (October 3). Several peaks seems to be correlated with the thermal gradient at the measurement site. However, some other peaks appear somehow coeval with some thermal anomalies in the crater area detected by the MIROVA system. Among these the one that occurred on May 15 that touched 1250 Bq/m3 and preceded the drastic increase in temperature of the South wall (up to 715 ˚C, according to JMA data). Two other minor anomalous peaks were recorded on June 13 and July 29, both were well above 800 Bq/m3. A systematic analysis of all radon data shows that radon emissions, in absence of anomalous spikes, are inversely correlated with soil temperatures and that the contribution of atmospheric pressure marginally affect radon emissions. The spectrum of the radon signal shows the existence of both diurnal and semidiurnal peaks, typically observed during continuous radon measurements. Future work should be concentrated in the attempt to better correlate radon emissions with the changes in volcanic activity, including the effects of environmental parameters on the radon signal.

Keywords: Radon , radon signal, radon anomalies/peaks, environmental parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ACTIVE観測結果から見る2014-2016年阿蘇山活動期の地下熱水系の変化
Evolution of the hydrothermal system of Aso volcano during the 2014-2016 eruption period, as inferred by the ACTIVE observations

*南 拓人[1]、宇津木 充[2]、歌田 久司[1]、鍵山 恒臣[3]
*Takuto Minami[1], Mitsuru Utsugi[2], Hisashi Utada[1], Tsuneomi Kagiyama[3]

1. 東京大学地震研究所海半球観測研究センター、2. 京都大学大学院理学研究科火山研究センター、3. 阿蘇ジオパーク推進協議会
1. Ocean Hemisphere Research Institute, Earthquake Research Institute,The University of Tokyo, 2. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothremal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 3. Aso Geopark Promotion Council

Electrical resistivity structures provide important information about hydrothermal systems of volcanos. Previous studies using the magnetotelluric method have revealed shallow resistivity structures associated with conductive cap rocks underlain by hydrothermal reservoirs (e.g. Nurhasan et al. 2006). However, evolution of such a hydrothermal system over volcanic eruptions has never been understood in detail.

We have intermittently conducted observations of an electromagnetic volcano monitoring system, ACTIVE (Utada et al. 2007), in Aso volcano for about half a decade. ACTIVE system consists of transmitter dipoles for controlled-source electric currents and an array of induction-coil receivers for measuring the vertical component of the induced magnetic field dependent on the subsurface resistivity structure. ACTIVE system in Aso volcano recently succeeded in detecting temporal variation in the resistivity structure over the magmatic eruptions that started in November 2014 and ceased in May 2015 (hereafter referred to as the magmatic eruption period (MEP)). In our previous study, three-dimensional inversions for the two sets of ACTIVE responses obtained in August 2014 and August 2015 revealed (1) a broad increase in resistivity ~400 m below the bottom of the first Nakadake crater and (2) a decrease in resistivity ~100 m beneath the western rim of the crater (Minami et al. 2018). Both changes in resistivity presumably originated before MEP because the corresponding variation in the ACTIVE response happened mainly between the two observation campaigns in August 2014 and just after the starting of MEP, say, on November 26, 2015. The decrease of resistivity at shallow level implies presence of a temporal fluid reservoir which appeared prior to MEP and possibly contributed to the phreatomagmatic eruptions in September 2015 and October 2016. We are now analyzing the ACTIVE responses after MEP to resolve evolution of the hydrothermal system of Aso volcano over the active period spanning from November 2014 to October 2016.

In the presentation, we comprehensively discuss evolution of the hydrothermal system of Aso volcano from August 2014 to August 2017, including MEP from August 2014 to May 2015 and the two phreatomagmatic eruption events in September 2015 and in October 2016, by using ACTIVE data sets.

キーワード：阿蘇、火山、ACTIVE、比抵抗、時間変化
Keywords: Aso, volcano, ACTIVE, resistivity, temporal variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3-D Inversion of Magnetotelluric data from the Aluto-Langano Geothermal Field, Ethiopia

*Dejene Bekele[1], Yasuhiro FUJIMITSU[2]

1. Graduate School of Engineering, Department of Cooperative Resources Engineering, Kyushu University, 2. Faculty of Engineering, Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University

The Main Ethiopian rift valley hosts a number of geothermal prospected area, which is known to be actively deforming with reoccurring periods of uplift and setting. One of the regions where the prospected area is confirmed by drilling is the Aluto-Langano geothermal area. Aluto area is situated in the Main Ethiopian rift valley system bounded by latitude 7.60˚-7.96˚ N and longitude 38.68˚-38.92˚ E. This field has been studied by the Geological Survey of Ethiopia (GSE) since1980s, and these studies subsequently led to the drilling of 10 exploration wells. This field is currently developed with a Binary power plant of a 7.2 MWe installed capacity. From the results of various regional geoscientific studies in this part of the Ethiopian rift, the area of Aluto-Langano geothermal field was observed to have relatively higher exploitable geothermal potential in Ethiopia. However, more studies are required in order to obtain more information about the subsurface structure and heat source below the Aluto volcanic complex (AVC) and to delineate the parameters of the geothermal reservoir in the area. To address this, Electro Consultant (ELC) and GSE carried out magnetotelluric surveys in the Aluto-Langano geothermal field in 2009 and 2015 respectively. This study combines the two surveys done covering the whole Aluto volcanic complex with a total of 166 MT stations. The MT data was processed and used in the construction of a 3-D MT inversion model, which was then interpreted alongside the available geological information. The dimensionality analysis of MT data was carried out based on the strike and dimensions of the resistivity distribution around the MT sites, by plotting the Phase tensor for each MT site for the frequency range of 10^{4} -10^{-3} Hz. Most of the maps of phase tensor exhibit 3-D structures, hence need for 3-D inversion. In order to get 3-D conductivity models of the subsurface, the MT data were inverted in the period range of 10^{-3}–10^{4}s at uniform distributed discrete periods using the ModEM code. The resultant 3-D resistivity model shows a highly conductive zone with a diameter of around 10 km in the center of the Aluto volcanic complex at depths between 800–2500 m. The identified resistivity distribution corresponds very well to the conceptual reservoir model of a high-enthalpy geothermal system with its mushroom shaped zoning comprising a resistive up-flow zone overlain by a conductive clay cap. From well data analysis it is known that the conductive cap at Aluto is related to rock units and therefore, eliciting the origin of the heat source and delineating the subsurface structure in the study area. The 3-D resistivity model images the resistivity structure in the study area hence showing the origin of Aluto heat sources and delineating the location of faults and fracture system. In particular, the cap rock zones of the geothermal reservoir system by studying low resistivity zones at relatively shallow depths are important in selecting future drilling targets.

Keywords: Aluto-Langano, 3-D Inversion, Magnetetolluric, Ethiopia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interpretation of Gravity Data to Delineate the Geothermal Reservoir Extent and Assess the Geothermal Resource in the Municipality of Isa, Southern Kyushu, Japan

*CARLOS OSMIN POCASANGRE[1], Yasuhiro Fujimitsu[1], Jun Nishijima[1]

1. Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University

The municipality of Isa is located in the southern part of Kyushu Island, and it is considered one of the wealthiest places in Japan because one of the most important gold mines is found in this area, Hishikari mine. Additionally, there are many hydrothermal manifestations, e.g., Hishikari, Yunoo, Kawanami, and Kintaro hot springs, which can be exploited by the community as an electric power source. Until now, the geothermal resource has not been used for power generation purpose although Geological Survey of Japan had carried out some preliminary geothermal assessments, which show that the power potential density is between 10 and 20 kW/km^2. To calibrate the previous value, first, this study attempts to analyze and interpret the gravity data for delineating the geothermal reservoir boundary and the assessment of geothermal resource. Accordingly, the corresponding researchers conducted 2-D and 3-D gravity modeling in the current research. This modeling is an essential stage of the complete gravity analysis in the region, because the filtering gravity methods, i.e., Horizontal-Derivative and Tilt-Derivative, can quickly detect steep gradients and indicate the location of faults or geological boundaries, however, they cannot estimate geological structure depth and shape. For this purpose, an area of 10 x 10 km was selected and analyzed considering a Bouguer Density of 2.45 g/cm^3. The Bouguer Anomaly result shows a high value at the center, which extends 5.61 km^2 wide and could represent the probable geothermal resource. According to the Kagoshima geological map, volcanic and sedimentary rocks are the dominant type of rocks in this area. Cretaceous Shimanto group controls the fundamental structure of the deepest element. This arrangement is typically composed of sandstone, shale, acidic tuff with subordinate conglomerates, and their alterations, also Pliocene volcanic rocks and alluvial deposits. Similarly, Kakuto and Okuchi Basin, which are located at east and west respectively, control the region. The 2-D gravity modeling was carried out requiring a density contrast between the two assumed layers, i.e., the basement and the low-density deposit, and thus a value of 0.4 g/cm^3 was assigned. Likewise, the horizontal size of the cells was set at 100 m. The profile trending NW- SE shows a significant depression 400 m to 700 m deep located next to Hishikari hot spring. In this way, the hydrothermal fluids might be flowing up to the surface forming altered rocks and hot springs by using a possible geological fault. For a better understanding of the region, the authors also carried out 3-D gravity modeling. The result shows an area which has density values below 2.4 g/cm^3 and the zone NE-SW direction that starts at the Uonogoe area and ends at the Yamada area. Besides, a large anomaly located in the central area that has density values above 2.5 g/cm^3 is evident. This anomaly represents the hydrothermal alteration zone that hosts the propylitic altered rocks having precious minerals such as gold and silver. Between these evidenced zones, we could infer the location of the geothermal reserve which has an area of 4.06 km^2. Integrating past research reports carried out by NEDO, using the Volumetric method with the calculated geothermal reserve area, and a Monte Carlo simulation, we estimated a geothermal power potential of 90 kW (22.5 kW/km^2) for 20 years. Nevertheless, this result needs to be corrected by further geoscientific investigations including inversion modelings.

Keywords: Isa region, gravity data, propylitic alteration, hot springs, gravity modeling, geothermal power assessment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

伊豆大島火山カルデラ内坑井温度プロファイルによる伝導・対流熱伝達の推定

Conductive and convective heat fluxes inferred from temperature profile of a borehole in Izu-Oshima volcano

*鬼澤 真也[1]
*Shin'ya Onizawa[1]

1. 気象研究所　火山研究部　第一研究室
1. Volcanology Research Department, Meteorological Research Institute, JMA

伊豆大島火山では1998年に東京大学地震研究所によってカルデラ内に1,000 m深の坑井が掘削されている．地下水面以深の温度プロファイルは0.28 ℃/mの大きな地温勾配を示すとともに，上昇流の存在を示唆するパターンが認められており，伊豆大島火山山体中心部の熱・流体移動を推察する上で貴重なデータである．ここでは，本坑井の温度プロファイルデータから伝導・対流熱伝達量の推定を試みる．

本坑井は三原山の西方およそ1 kmのカルデラ内に位置する．坑口標高は547 m，孔底が海抜下453 mである．本坑井は，「後カルデラ及び先カルデラ新期山体」「先カルデラ古期山体」「基盤」という本地域の標準的な層序を貫いている．「先カルデラ新期山体」と「先カルデラ古期山体」との境界は概ね海水準であり，海抜下250 m以深から孔底までが「基盤」に相当する（中田・他, 1999）．

地下水面は海抜36 mに存在し，これより浅部の約500 mでは厚い不飽和層が発達している．温度プロファイルの特徴はこの地下水位の上下で分けられる．日射等の季節変動の影響を受けている地表面付近を除き，深さおよそ50-350 m（海抜約500-200 m）では，16-17℃と一定している．これ以深ではおよそ37℃の地下水面まで温度が徐々に上昇する．この下に凸の温度プロファイルは天水浸透による強い下降流の存在を示唆する．一方，地下水面より深部では約0.28 ℃/mの大きな温度勾配があり，孔底で173.3 ℃に達する．温度勾配は一定ではなく，2つの上に凸のパターンが認められ，それぞれ上昇流の存在を示唆する．これら2つの深度は，「先カルデラ古期山体」及び「基盤」に対応している．

地下深部からの伝導・対流熱伝達の情報を抽出するために，地下水面以下の飽和領域について温度プロファイルデータの解析を行った．ここで，観測された温度勾配は岩相とも相関しているようにも見える．有効熱伝導率の違いが見掛け上の温度プロファイルパターンを形成している可能性もあるため，この影響を補正しなければならない．本坑井では，坑井内重力測定により10m毎の区間密度が推定されていることから，空隙を持たない岩石密度及び孔隙水密度を仮定することにより，空隙率を推定できる．さらに推定された空隙率から，Robertson (1988)による玄武岩質岩石のためのパラメータを用い区間毎の有効熱伝導率を推定し，この影響を補正した．

1次元定常鉛直流を仮定し温度プロファイルから伝導・対流熱伝達の推定を行った．対象深度は「先カルデラ古期山体」のうち火山砕屑岩が卓越する上部及び「基盤」の2区間である．「先カルデラ古期山体」では，ペクレ数が0.91と推定され，伝導伝熱と対流伝熱とがほぼ同等である．伝導，対流熱流束，体積流量の推定値はそれぞれ0.45-0.56 W/m^2，0.41-0.51 W/m^2，地下水の体積流量は(1.42-1.78)×10^{-6} m/sである．一方，「基盤」においては，ペクレ数が0.31-0.41であり伝導伝熱が卓越する結果が得られた．伝導，対流熱流束，体積流量の推定値はそれぞれ0.32-0.39 W/m^2，0.12-0.13 W/m^2，地下水の体積流量は(4.71-4.98)×10^{-7} m/sである．

伊豆大島の地殻熱流量については，これまで北西海岸沿いの坑井温度プロファイル，岩石熱伝導率か

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ら，「基盤」に相当するおいて平均的地殻熱流量の約3倍となる0.2 W/m^{2}の伝導伝熱が推定されいる（Honda et al., 1979）．カルデラ地域の本坑井で推定された「基盤」での伝導伝熱はこの約1.5から2倍に相当し，これに対流の効果が加わっている．仮にこれらの熱流束を100 km^{2}の範囲（～全島スケール）に当てはめると、20-51 MWに相当する．

キーワード：伊豆大島火山、温度プロファイル、熱流束、地下水
Keywords: Izu-Oshima volcano, temperature profile, heat flux, groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

栗駒地域赤倉カルデラの熱水系数値モデル
Numerical model of the hydrothermal system at the Akakura Caldera in Kurikoma Area

*藤光 康宏[1]、吉岡 大地[2]
*Yasuhiro Fujimitsu[1], Daichi Yoshioka[2]

1. 九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門、2. 九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻
1. Department of Earth Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University, 2. Department of Earth Resources Engineering, Graduate School of Engineering, Kyushu University

赤倉カルデラは栗駒地域南部、山形県最上郡最上町赤倉温泉から宮城県大崎市西部の県境付近に位置する、東北地方の古カルデラのひとつで、約300万年前の大規模火砕流により形成された。本研究は、赤倉カルデラをモデルとして熱水系の発達の数値シミュレーションを行った。数値モデリングでは、カルデラ構造の形成に関わったマグマ溜まり（マグマ1）、逆断層に伴う高透水性の破砕帯と環状割れ目、石英充填不透水層、フラクチャークラウドなどの構造をモデルに反映させ、さらに活動時期が0.8～1.4 Maと推定されている後カルデラ期の火山活動をもたらしたマグマ溜まり（マグマ2）の定置を考慮した。計算期間はマグマ1の定置から現在までの300万年とし、マグマ1の定置から220万年経過後にマグマ2を定置した。マグマ1及びマグマ2の初期温度はどちらも1000 ℃に設定した。またマグマ2の大きさは直径2.5 kmおよび直径3.5 kmの2つの条件について計算を行った。数値モデリングの結果、マグマ2定置から約10万年後までであれば、深度5 kmで超臨界状態の領域が維持されることが示された。本結果より、赤倉カルデラのようなピストンシリンダー型カルデラで、後カルデラ期火山活動が開始してから10万年程度であれば、高温熱水系が発達していることが推測される。

キーワード：熱水系、数値モデリング、カルデラ
Keywords: hydrothermal system, numerical modeling, caldera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 303 3F

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)、座長:小林 祥子(玉川大学)、石塚 師也(京都大学)

2014年に従来のSAR衛星を大きく凌駕する性能を持った日本のALOS-2及び欧州のSentinel-1が相次いで打ち上げられて約4年間のアーカイブが利用可能となり、すでに長期運用されているTerraSAR-XやCosmo-SkyMedのデータと合わせてSARの利用は益々拡大している。さらなる高性能SAR衛星の打ち上げ計画に加え民間企業によるコンステレーションSAR衛星計画も数多く企画されており、世界的な衛星データのオープン&フリー化の流れも相まって、衛星SARは豊富なデータを背景とした新時代を迎えようとしている。衛星SARに加え、高時間分解能での観測が可能な地上設置型SARや、運用時の機動性に優れるUAV搭載型SARなど、ターゲットや用途・目的に沿った様々な技術が発展し、利用されている。こうした動きは、SARが地球科学を始めとする基礎研究のみならず、防災や森林監視等の実利用の分野でも欠かせないツールとして浸透が進んでいることの証左といえる。本セッションでは、SARに関する基礎研究から実利用まで幅広く成果を募集し、SAR利用の発展に向けた知見の共有・議論を図る。

10:45 ~ 11:00

[STT45-01] キラウエア火山の噴火による火口付近の地盤変動の抽出

*藤山 果穂[1]、島田 政信[1]、木本 優気[1]、吉岡 賢太[1] (1.東京電機大学)

11:00 ~ 11:15

[STT45-02] ALOS-2 observation of the 2017 Sefidsang earthquake, northeastern Iran: a blind shallow-dipping thrust event near the Eastern Kopeh Dagh

*Nematollah Ghayournajarkar[1]、Yo Fukushima[2] (1.Graduate School of Science, Tohoku University、2.International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University)

11:15 ~ 11:30

[STT45-03] 2016年熊本地震の副次的断層すべりによるInSAR地表変位とすべり分布

*福島 洋[1]、石村 大輔[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

11:30 ~ 11:45

[STT45-04] PS干渉SAR解析を用いた熊本平野における地表変動の推定と地下水位との比較

*石塚 師也[1]、辻 健[2] (1.京都大学、2.九州大学)

11:45 ~ 12:00

[STT45-05] JICA-JAXA熱帯林早期警戒システム(JJ-FAST)による低バイオマス乾燥林火災箇所の検出

*渡辺 学[1]、コヤマ クリスティアン[1]、林 真智[2]、永谷 泉[2]、田殿 武雄[2]、島田 政信[1,2] (1.東京電機大学　理工学部、2.宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター)

12:00 ~ 12:15

[STT45-06] ALOS-2の定常運用で得られた成果について

★招待講演

*祖父江 真一[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

キラウエア火山の噴火による火口付近の地盤変動の抽出
Extraction of ground changes near the crater by the eruption of Kilauea volcano.

*藤山 果穂[1]、島田 政信[1]、木本 優気[1]、吉岡 賢太[1]
*Fujiyama Kaho[1], Masanobu Shimada[1], Yuki Kimoto[1], Kenta Yoshioka[1]

1. 東京電機大学
1. TokyoDenki University

合成開口レーダーSARは電波（マイクロ波）を照射し、地表面から反射して返ってきた電波を受信するセンサである。天候や昼夜に影響されることなく広範囲で観測できるのが強みでありSARは雲や煙を通過するため、火口から煙が激しく噴いている場合でも、火口の様子をはっきり捉えることができ、災害が起きた際に広範囲な変化の観測が可能である。

研究対象であるキラウエア火山は、ハワイ諸島のハワイ島を構成する5つの楯状火山の1つである。約60万年前から30万年前に形成され始め、約10万年前に海面上に現れたと推定される活火山であり、現在もなお噴火が続いているが、2018年の噴火で溶岩の流出は停止した。穏やかな噴火で知られるキラウエアであるが、1983年以来、ほぼ連続的に噴火し続けており、溶岩流の向かう方向によっては、溶岩が集落を飲み込み壊滅させることもある。

本研究では干渉SAR(Interferometric SAR:INSAR)と呼ばれる手法を用いて山体の変化量を検出する。INSARは時期の異なる2種類のデータを使い、衛星から対象物までの距離の差（位相差）から変化量を求めるものである。

この手法を用いて、現地での調査が不可能なキラウエア火山の火口付近の変動を面的に捉え数mm～数cmの精度で地殻変動を計測する。2014年10月9日から2018年7月31日までの噴火発生時期を含む二時期の画像データを使用し、火口付近の地殻変動の定量的な評価を行う。

解析の結果、昇交軌道では2014年11月25日から2018年3月27日までの期間で約6.5cm沈降、降交軌道は2014年10月9日から2017年12月14日までの期間約9cm沈降した。
今後の課題として火口内で垂直成分の変動以外に北方向への変動が見られたため、ハワイ島の地盤特性との関連も含めて研究を進めていく方針である。

キーワード：干渉SAR
Keywords: INSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2 observation of the 2017 Sefidsang earthquake, northeastern Iran: a blind shallow-dipping thrust event near the Eastern Kopeh Dagh

*Nematollah Ghayournajarkar[1], Yo Fukushima[2]

1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

The Iranian plateau is deformed between the converging Arabian and Eurasian plates. Their convergence is principally taken up by the active Makran subduction zone to the South, in addition to shortening and strike-slip faulting accommodated by crustal structures, which are non-uniformly distributed in several continental deformation domains such as the Zagros, Alborz and Kopeh Dagh mountain ranges. During the last decade, several studies carried out in the Zagros, Alborz and central Iran have produced a better understanding of active deformation in these zones. Conversely, such detailed studies are less common in northeast Iran.
Indeed, despite all the efforts made by previous workers to shed light on active tectonics in northeast Iran, this region still suffers from a lack of detailed structural and kinematics data and should be considered as a concealed segment in the geodynamic puzzle of the Arabia-Eurasia collision. This matter is made worse by the facts that northeast Iran is the second populated region and one of the most seismically active deformation domains in the country that has experienced at least nine large earthquakes (M >= 7) during the last six centuries (Tchalenko, 1975; Ambraseys and Melville, 1982; Berberian and Yeats, 1999, 2001).
On 5 April 2017, an Mw 6.1 earthquake occurred in the northeastern region of Iran, about 90 km southeast of the city of Mashhad, the second most populous city in Iran with a population of over 3 million people. The epicenter (35.776 N, 60.436 E, USGS) was at a remote mountainous area, about 30 km northeast of the Sefidsang district where approximately 5000 people live, and the depth was about 13 km. This earthquake raised an opportunity to study the deformation pattern in the SE of the Kopeh Dagh Mountains.
Space geodetic observations of ground deformation provide important data to investigate the seismogenic fault and the subsurface deformation mechanics. Here we used ALOS-2 synthetic aperture radar data to produce SAR interferograms using the GMTSAR software (Sandwell et al., 2010) to investigate coseismic and postseismic deformation associated with the 2017 Sefidsang earthquake. The ascending and descending interferograms were produced and both indicate thrust-dominated slip that is consistent with seismic data sets, with the maximum line-of-sight coseismic displacement of 9.9 and 13 cm, respectively. The obtained coseismic deformation maps have good consistency with Sentinel-1 interferograms that showed maximum line-of-sight displacement of 10.5 and 13.7 cm for ascending and descending interferograms, respectively (Xu et al., 2018).
We also used ascending SAR data acquired on 2017/06/24 to 2018/12/22 for evaluating the postseismic deformation caused by this earthquake. The produced interferogram does not show any displacement more than the noise level (~1 cm).

Keywords: InSAR, Northeastern Iran, Kopeh Dagh, Sefidsang earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震の副次的断層すべりによるInSAR地表変位とすべり分布
InSAR ground displacements and slip distribution associated with secondary fault slips of the 2016 Kumamoto earthquake

*福島 洋[1]、石村 大輔[2]
*Yo Fukushima[1], Daisuke Ishimura[2]

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 2. Department of Geology, Tokyo Metropolitan University

2016年熊本地震に関しては、これまで合成開口レーダ干渉法（InSAR）を用いた研究や現地調査から、地震を引き起こした主断層のほかに、副次的に発生した断層変位が多数見つかっている（例えば、Fujiwara et al., 2016, EPS）。本研究では、宇宙航空研究開発機構（JAXA）が運用する陸域観測技術衛星２号「だいち２号」（ALOS-2）のPALSAR-2レーダにより撮像されたSARデータを用い、熊本地震に伴い副次的に発生した阿蘇カルデラ内（熊本県阿蘇市宮地周辺）の断層運動による地表変位をしらべ、さらに断層すべり分布を推定した。

本研究では、異なる視線方向をもつ３つの画像ペアを用い、それぞれ干渉解析処理を行った。解析ソフトウェアにはRINC（Ozawa et al., 2016, EPS）を用いた。通常の干渉処理のあと、干渉画像内の相対変位分布であるInSAR解析結果を国土地理院GEONETの日々の座標値（F3解）を基準とし絶対変位分布に変換した。さらに、３つの視線方向の変位を東西・南北・上下の３成分に変換し、ふたつの水平成分から宮地周辺の地表地震断層の走向（N50E）に平行な水平変動量を求めた。解析の結果認められる地表変位の特徴は以下の通りである。（１）平行な変位不連続トレース（地表地震断層に対応）群が２条認められ、それらの間隔は0.8km程度である。（２）北側および南側の変位不連続トレース群の長さはそれぞれ約1.3km、2.3kmである。（３）細かく見ると、２条のトレースともに雁行した小規模なトレースから構成されている。（４）北側のトレース群の断層変位量は、上下（北落ち）・右横ずれともに、最大5cm程度であった。（５）南側のトレース群の断層変位量は、上下（北落ち）最大8cm程度、右横ずれ最大10cm程度であった。

次に、熊本地震の主要断層による長波長の変動を多項式近似で除去した後、断層の形状とすべり分布を同時に推定する手法（Fukushima et al., 2013, 2018）を用い、断層すべり分布を求めた。断層の形状については、上端をInSAR解析結果から同定される地表地震断層のトレースに固定し（簡単のため、微細な雁行構造は無視）、傾斜角を推定パラメタとした。地表変位の特徴から、横ずれ成分については右横ずれを仮定し、縦ずれ成分については北側が相対的に沈降する向きのすべりを仮定し、非負の拘束条件を課したインバージョンを行った。すべり角については、一様と仮定して推定するインバージョンと、すべり角を固定せずに横ずれと縦ずれ成分を独立に推定するインバージョンを行ったが、より簡単である前者のインバージョンでデータを十分に説明できるモデルが得られたため、一様なすべり角を仮定したインバージョン結果を最終推定モデルとした。

最終推定モデルとして、南側の断層（傾斜角48°）と北側の断層（傾斜角67°）が地下で収斂するような形状が求まった。南側の断層のすべり域下端はちょうど二枚の断層が収斂する深さである1.3kmあたりとなり、また、南側の断層は深さ0.7kmあたりで最大すべり量25cmが得られた。一方、北側の断層のすべりは0.4km程度以浅に限定され、最大すべり量は12cmと推定された。

謝辞
本研究では、PIXEL（PALSAR Interferometry Consortium to Study out Evolving Land surface）で共有して

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いるPALSAR-2データを使用した。これは、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである。本研究の一部は、東京大学地震研究所特定共同研究（B）「SARを用いた多角的な地殻・地表変動研究」で行われた。RINCソフトウェアは、小澤拓博士より提供いただいた。また、本研究では国土地理院GEONETの日々の座標値（F3解）を使用した。関係各位に感謝の意を申し上げる。

キーワード：合成開口レーダ干渉法、熊本地震、副次断層
Keywords: Synthetic Aperture Radar Interferometry, Kumamoto Earthquake, Secondary Fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

PS干渉SAR解析を用いた熊本平野における地表変動の推定と地下水位との比較

Surface displacements at the Kumamoto plain using persistent scatterer interferometry and comparison with groundwater levels

*石塚 師也[1]、辻 健[2]
*Kazuya Ishitsuka[1], Takeshi Tsuji[2]

1. 京都大学、2. 九州大学
1. Kyoto Univ., 2. Kyushu Univ.

熊本平野の一部では、2016年熊本地震後に地下水位の変化が観測されており、地震によって何らかの帯水層システムへの影響が示唆されている。被圧帯水層の地下水位の変化は、帯水層の変形を引き起こすため、地表変動として観測できると考えられる。衛星搭載SARデータを用いたPS干渉SAR解析は、地表変動の空間分布および時間変化を推定することが可能であるため、これまでの研究においても詳細な地表変動の把握に有効性を示している。本研究では、ALOS-2/PALSAR-2データを用いて、2016年5月から2017年6月における熊本地域の地表変動の推定を行った。また、2007年1月から2011年1月に取得されたALOS/PALSARデータを用いて推定された地表変動との比較を行った。

解析の結果、震源断層である布田川断層および日奈久断層に沿って、約2−3 cmの大きさの地表変動が推定された。このような地表変動は、震源断層の余効滑りによるものと考えられる。一方、震源断層と相関の少ない空間分布をもつ地表変動も推定された。特に阿蘇カルデラ西麓では、地震直後より約1年にわたって、数kmの範囲において、約1−4 cm/年の地表隆起が推定された。この地表変動は、地震から数カ月後に始まり、その後、徐々に減衰する傾向を示している。これらの地表変動は、ALOS/PALSARデータを用いた解析では推定されておらず、地震に伴う影響を表していると考えている。特に阿蘇火山西麗で捉えられた地表変動は、地下水位の変化と相関性があり、地下水位変化によって引き起こされたと考えられる。また、本研究で地表変動と地下水位の変化から、地震前後の帯水層全体の比貯留係数を推定したところ、阿蘇カルデラ西麗の一部では、比貯留係数に変化が見られることが分かった。これは、地震によって、浸透率や圧縮率等の帯水層物性が一時的に変化したことを示唆している。本研究の結果は、PS干渉SAR解析を用いた地表変動モニタリングの有効性を示していると考えている。

謝辞：本研究で用いたALOS-2/PALSAR-2データは、PIXEL (PALSAR Interferometry Consortium to Study our Evolving Land Surface)を通じて提供されたものです。また、本研究で用いた地下水位データは、各観測機関が測定した観測値を地震後に日本地下水学会熊本地震調査研究グループを中心として実施した再測量に基づく地盤標高補正及びその補完によって得られたものです。ここに記して感謝致します。

キーワード：地表変動、熊本平野、地下水位変化
Keywords: Surface displacement, the Kumamoto plain, change in groundwater levels

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

JICA-JAXA熱帯林早期警戒システム(JJ-FAST)による低バイオマス乾燥林火災箇所の検出

Forest fire detection in the low biomass dry forest with JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics (JJ-FAST).

*渡辺 学[1]、コヤマ クリスティアン[1]、林 真智[2]、永谷 泉[2]、田殿 武雄[2]、島田 政信[1,2]
*Manabu Watanabe[1], Christian Naohide koyama[1], Masato Hayashi[2], Izumi Nagatani[2], Takeo Tadono[2], Masanobu Shimada[1,2]

1. 東京電機大学　理工学部、2. 宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター
1. School of Science and Engineering, Tokyo denki university, 2. JAXA/EORC

JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics (JJ-FAST, [1]) is first and only one SAR-based deforestation detection system monitoring tropical forest globally. The JJ-FAST started from November 2016, and has a merit to operate not only in dry season, but also in rainy season. The current system uses change of gamma_0 for deforestation detection. Watanabe et al. [2] pointed out the JJ-FAST detected not only the deforestation sites, but also detected severely damaged forest fire sites occurred in a dense forest. In this paper, detectability of forest fire in the low biomass dry forest with JJ-FAST system were examined.

JJ-FAST detected 168 deforestation sites between Nov. 11 and Dec. 23, 2018 in South Africa. MODIS burned area product [3] obtained between Oct. 10 and Dec. 31, 2018 were overlapped and confirmed that the almost all the polygons detected by the JJ-FAST deforestation detection algorithm were overlapped with the burned area detected by MODIS. The forest fire area were also identified by Sentinel-2 data. BBC news [4] reported severe wildfire occurred in George, South Africa on Oct. 30, and the area was also coincident with the one detected by the JJ-FAST algorithm. The JJ-FAST algorithm also detected 82 deforestation sites in Mozambique between Aug. 13 and Nov. 5, 2018. These sites were also overlapped with the MODIS burned area. From these facts, we concluded that the current JJ-FAST deforestation detection algorithm could detected severely damaged forest fire area in the low biomass dry forest. It is known that forest fire in dense forest is detected by increase of radar backscattering in HH polarization [2]. This is explained that forest fire makes forest canopy dry and induces more double bounce scattering, implying the increase of backscattering in HH polarization. In the case of low biomass dry forest, forest fire makes forest canopy dry and induces lower volume scattering in a tree canopy layer, implying the decrease of backscattering in HV. The decrease of volume scattering also occurred in the dense forest. But higher density of burned trees left on the ground still induces brighter radar reflection in HV and make it difficult to detects the forest fire sites in HV polarization.

[1] JJ-FAST, http://www.eorc.jaxa.jp/jjfast/jj_index.html, accessed on February 17, 2019

[2] Manabu Watanabe, et al., A possibility of forest fire site detection by JJ-FAST system

[3] https://modis.gsfc.nasa.gov/data/dataprod/mod45.php, accessed on Feb. 17, 2019

[4] https://www.bbc.com/news/world-africa-46029553, accessed on Feb. 17, 2019

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：森林監視、伐採検出、PALSAR-2
Keywords: Forest monitoring, Deforestation detection, PALSAR-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2の定常運用で得られた成果について
Nominal operation results of Japanese ALOS-2

*祖父江 真一[1]
*Shinichi Sobue[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

The Advanced Land Observing Satellite-2 (ALOS-2) was successfully launched on 24th May 2014. The mission sensor of ALOS-2 is the Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar-2 called PALSAR-2 which is the state of the art L-band SAR system. Until now after the successful completion of initial checkout after launching, ALOS-2 has been contributed to a lot of emergency observations for natural disasters, not only in Japan but also in the world. Furthermore, based on the Basic Observation Scenario (BOS) of ALOS-2, 10m global map data and other mode data are routinely collected and archived. This paper describes the results of ALOS-2 operation in nominal operation phase.

キーワード：ALOS-2、定常運用
Keywords: ALOS-2, nominal operation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 303 3F

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)、座長:木下 陽平(RESTEC)、阿部 隆博(JAXA)

2014年に従来のSAR衛星を大きく凌駕する性能を持った日本のALOS-2及び欧州のSentinel-1が相次いで打ち上げられて約4年間のアーカイブが利用可能となり、すでに長期運用されているTerraSAR-XやCosmo-SkyMedのデータと合わせてSARの利用は益々拡大している。さらなる高性能SAR衛星の打ち上げ計画に加え民間企業によるコンステレーションSAR衛星計画も数多く企画されており、世界的な衛星データのオープン&フリー化の流れも相まって、衛星SARは豊富なデータを背景とした新時代を迎えようとしている。衛星SARに加え、高時間分解能での観測が可能な地上設置型SARや、運用時の機動性に優れるUAV搭載型SARなど、ターゲットや用途・目的に沿った様々な技術が発展し、利用されている。こうした動きは、SARが地球科学を始めとする基礎研究のみならず、防災や森林監視等の実利用の分野でも欠かせないツールとして浸透が進んでいることの証左といえる。本セッションでは、SARに関する基礎研究から実利用まで幅広く成果を募集し、SAR利用の発展に向けた知見の共有・議論を図る。

13:45 ~ 14:00

[STT45-07] Estimation of velocity distribution of Shirase Glacier derived from SAR data obtained by ERS-1/2 tandem mission

*土井 浩一郎[1,2]、青山 雄一[1,2]、中村 和樹[3]、山之口 勤[4]、渋谷 和雄[1] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.日本大学工学部、4.リモート・センシング技術センター)

14:00 ~ 14:15

[STT45-08] ALOS-2のSARによって捉えられた2016年の大雨による釧路湿原の2.5m を超える地表変位

*藤原 智[1]、森下 遊[1]、中埜 貴元[1]、三浦 優司[1]、撹上 泰亮[1]、村松 弘規[1]、宇根 寛[1] (1.国土地理院)

14:15 ~ 14:30

[STT45-09] Surface deformation of Asama Volcano, Japan, detected by time-series InSAR combining persistent and distributed scatterers, 2014-2018

*青木 陽介[1]、Xiaowen Wang[1] (1.東京大学地震研究所)

14:30 ~ 14:45

[STT45-10] 主従画像詳細位置合わせによる航空機搭載-Lband-SAR（Pi-SAR-L2）干渉度の改善

*村上 亮[1]、古屋 正人[1]、小澤 拓[4]、高田 陽一郎[1]、青木 陽介[3]、島田 政信[2]、成田 翔平[1] (1.国立大学法人北海道大学、2.東京電機大学　理工学部　理工学科　建築・都市環境学系、3.東京大学地震研究所、4.防災科学技術研究所)

14:45 ~ 15:00

[STT45-11] SAR干渉法における電離圏遅延推定：分割スペクトル二重差分干渉画像を用いた手法の有用性

*小澤 拓[1] (1.防災科学技術研究所)

15:00 ~ 15:15

[STT45-12] 大気遅延補正を適用したSentinel-1 InSARによる2018年房総半島周辺でのスロースリップに伴う地表面変位の検出

*木下 陽平[1]、二村 忠宏[1]、古田 竜一[1] (1.一般財団法人リモート・センシング技術センター)

Estimation of velocity distribution of Shirase Glacier derived from SAR data obtained by ERS-1/2 tandem mission

*土井 浩一郎[1,2]、青山 雄一[1,2]、中村 和樹[3]、山之口 勤[4]、渋谷 和雄[1]
*Koichiro Doi[1,2], Yuichi Aoyama[1,2], Kazuki Nakamura[3], Tsutomu Yamanokuchi[4], Kazuo Shibuya[1]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 日本大学工学部、4. リモート・センシング技術センター
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. College of Engineering, Nihon University, 4. RESTEC

Shirase Glacier is one of the fastest flowing ice stream in Antarctica flowing into the southernmost of Lutzow-Holm Bay in Dronning Maud Land, East Antarctica. It is important to clarify the spatial flow rate distribution with a high resolution to investigate causes of the fast flow and the temporal flow rate changes. In order to make a high resolution flow velocity map, we apply a usual interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) technique to the obtained data. However, since flowing velocity of the ice stream is greater than 2 km/year (Nakamura et al., 2007, Aoyama et al., 2016), it is difficult to estimate the flow velocity by applying an InSAR technique to the ordinal repeat cycle SAR mission data.

Tandem mission by European Satellite of Remote sensing (ERS)-1/2 was conducted in 1996 and 1999. In this tandem mission, ERS-2 had flown after ERS-1 in the same orbit with an interval of one day, and many InSAR pairs with one day temporal baseline were obtained through the mission.

We successfully obtained two SAR interferograms over Shirase Glacier using this tandem mission InSAR pairs acquired at 1996/06/02-1996/06/03 and 1999/11/14-1999/11/15. We estimated surface displacements along range direction (direction of radar illumination) by applying differential InSAR (DInSAR) with a TanDEM-X 90m DEM (Rizzoli et al., 2017) to remove topographic phase. We also estimated displacements along azimuth direction (direction perpendicular to range direction) by applying a split beam interferometry (SBI) (Bechor and Zebker, 2006) technique to the two InSAR pairs. By combining the range and azimuth displacements, spatial flow velocity distributions can be derived with a high resolution.

In the presentation, we will show two dimensional flow velocity maps with a resolution of approximately 20 m at the two periods and discuss spatial and temporal velocity changes. We will also compare the obtained flow velocity with those by in-situ GNSS measurements in the glacier.

キーワード：白瀬氷河、流動速度マップ、ERS-1/2タンデムミッション、DInSAR、SBI
Keywords: Shirase Glacier, flow velocity map, ERS-1/2 tandem mission, DInSAR, SBI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2のSARによって捉えられた2016年の大雨による釧路湿原の2.5mを超える地表変位

Heavy rainfall-induced displacement of more than 2.5m in the Kushiro Marsh in 2016, detected by ALOS-2 SAR

*藤原 智[1]、森下 遊[1]、中埜 貴元[1]、三浦 優司[1]、撹上 泰亮[1]、村松 弘規[1]、宇根 寛[1]
*Satoshi Fujiwara[1], Yu Morishita[1], Takayuki Nakano[1], Yuji Miura[1], Yasuaki Kakiage[1], MURAMATSU Hiroki[1], Hiroshi Une[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

１．はじめに

国土地理院は，宇宙航空研究開発機構（JAXA）が2014年5月に打ち上げた陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）のSARデータを用いて全国の地表変位を監視している。監視の対象は主に地震・火山活動・地すべり・地盤沈下に伴う地表変位である。しかし，地表変位の原因はこれらに限らない。観測された様々な地表変位の形態やメカニズムを解明することは，影響の評価や対策の検討において重要である。

本講演では，2016年夏の大雨に伴い北海道東部の釧路湿原で発生した，最大2.5 mを超える地表変位がSARによって検出されたことを取り扱う。そして大きな変位の形態やこうした変位が発生する前に生じていた小さな変位の分布から，こうした大きな変位の発生メカニズムについて考察する。

２．釧路湿原と2016年の大雨

1) 釧路湿原
釧路湿原は北海道東部の釧路川に沿って存在する我が国最大の湿原である(Fig 1)。湿原全体に蛇行する河川が存在し，ヨシやスゲが繁茂するほか，ハンノキが散在している。タンチョウ等の繁殖地としても知られており，水を中心とする独自の生態系を形成していることから，特に水に関する保全とモニタリングの必要性は高い。

湿原では枯死した植物が堆積してできる泥炭が表層を覆っており，その泥炭表面と水面の位置関係から高層湿原（通常時に泥炭表面が水面より高い），低層湿原という分類がなされる。釧路湿原では低層湿原が大部分を占めており，高層湿原は釧路湿原西部の赤沼周辺などに限られている。

2) 2016年夏季の大雨
2016年8月に発生した台風第7号，第11号，第9号は，それぞれ8月17日，21日，23日に北海道に上陸した。その後，台風第10号が8月30日に暴風域を伴ったまま岩手県に上陸し日本海に抜けた。これらにより，釧路川や幌呂川の水位観測所では，8月後半から急激な水位の上昇が観測された。

３．SARによって捉えられた地表変位

SARを用いた人工衛星からのリモートセンシングにより，釧路湿原という広大な領域内での地表面の動きを把握することで明らかになったことは下記の通りである。

1) 水位変化に関連した低層湿原での地表変位

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

釧路湿原内でも特に低層湿原で河川の水位との比高が小さい地域では，衛星SARで計測される地表の変位が非常に大きく複雑である。その地表変位には水平成分がほとんど含まれず，ほぼ上下成分のみである。また，周囲の河川の水位とも関連しており，湿原内の水位の変位を捉えているものと考えられる。湿原内の変位は，場所ごと，時期ごとに特徴をもった変位を示しており，湿原内の地表水の変化を捉える手段として有効である。干渉SARでは数10 cm程度までの変位を精度よく捉えるのに適しており，それ以上の変位が発生した場合はピクセルオフセット法を併用することで大きな変位の検出も可能である。

2) 赤沼南東変位

釧路湿原西部の高層湿原に位置する赤沼の南東で，2016年夏季の大雨に伴って，長軸が1 km程度の楕円形の領域が南南東方向へ最大2.7 m水平に変位した（Fig 2）。変位には上下成分がほとんど含まれず，地表の非常に浅い場所が面的にすべることで永久的な変位として残った。

この大きな水平変位が発生した場所及び赤沼とつながる領域で，水平変位発生前に10 cm程度の隆起が確認されている（Fig 3）。この隆起域は赤沼の地下から通じる地下水の動きに関連していると考えられ，

・あらかじめ地下の浅い場所に地下水が流入することで泥炭層がわずかに浮き上がる
・その後の大雨による冠水とその流れによって，数mの厚さをもつ泥炭層が広域にわたって浮島状に部分的に浮き上がって水平に移動

という2段階の過程を経たと推定される。

こうした大きな水平変位及び赤沼からつながる隆起は両方とも赤沼からつながる隆起域（水平変位発生前）が高層湿原に特有の植生であるハンモック地域と一致することから（Fig 3），赤沼南東変位が偶然形成されたものではなく，赤沼からつながる地下水の存在によって浮き上がりやすい場所であることが示唆される。そして，その地下水によってハンモック地域が長年にわたって涵養されてきたなどの微地形や水文環境と関連している可能性がある。

これらのように，湿原内で大きな水平変位が発生したという興味深い現象の発見にとどまらず，さらには湿原内の変位の分布が地下水や植生とおおいに関連する現象であることを示す結果が得られている。

参考文献

藤原他（2019）：ALOS-2のSARによって捉えられた2016年の大雨による釧路湿原の2.5m を超える地表変位, 地学雑誌.

キーワード：釧路湿原、湿原環境、地下水、洪水、地表変位、ALOS-2
Keywords: Kushiro Marsh, environment of wetland, underground water, heavy rainfall, surface displacement, ALOS-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

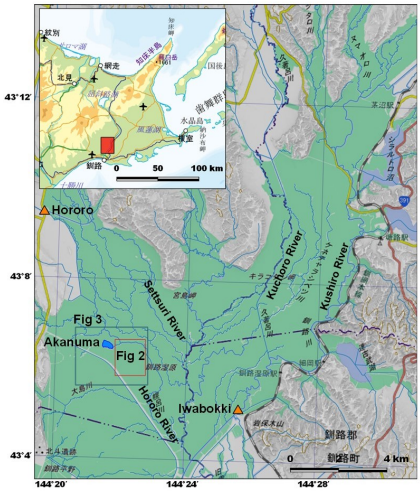


Fig 1 Map of the Kushiro Marsh.
The light green areas denote the wetlands. The red rectangles denotes the area shown in Fig 2, and the dark blue rectangle corresponds to the area shown in Fig 3.

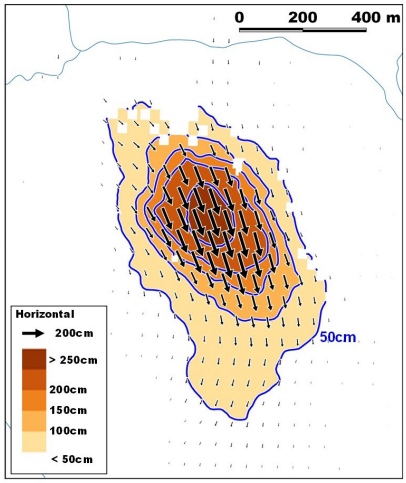


Fig 2 Horizontal displacement to the southeast of Akanuma in the summer of 2016 detected by ALOS-2 SAR.

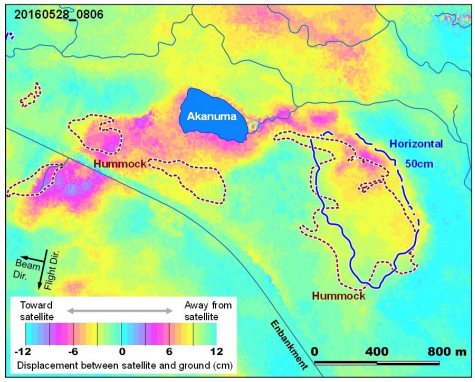


Fig 3 ALOS-2 SAR interferogram of around Akanuma. The blue line denotes the area with large horizontal displacement (>50cm). The brown broken lines denote hummocks.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Surface deformation of Asama Volcano, Japan, detected by time-series InSAR combining persistent and distributed scatterers, 2014-2018

*青木 陽介[1]、Xiaowen Wang[1]
*Yosuke Aoki[1], Xiaowen Wang[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Asama volcano, located in Central Japan, is one of the most active volcanoes in Japan. Surface deformation at Asama volcano has rarely been documented because of its high topography and snow cover at the summit. In this study, we present first Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) observation of ground deformation of Asama volcano with 120 Sentinel-1 SAR images from both ascending and descending tracks and 20 ALOS-2 images from a descending track acquired between 2014 and 2018. We exploited both persistent and distributed scatterers to overcome SAR signal decorrelation and applied the three-dimensional unwrapping method to retrieval displacement time series efficiently. Our observations reveal asymmetric deformation at Asama volcano with two main deformation regions at the northeast and southeast flanks of the volcano, respectively. The northeast flank (NEF) exhibits line-of-sight (LOS) extensions in all the three SAR datasets with maximum velocities of 14, 10, and 12 mm/year for the descending ALOS-2, ascending and descending Sentinel-1 measurements, respectively. The southeast flank (SEF) shows LOS extension in the ascending observations and LOS shortening in the descending observations with velocities between -12 and 9 mm/year, respectively. Decomposition of the LOS displacements reveals nearly pure vertical subsidence at the NEF, while the SEF also shows an evident eastward component other than vertical subsidence. Comparisons of the vertical subsidence at two continuous GPS stations near the summit crater with our InSAR observations indicate small discrepancies smaller than 3 mm/year. We interpret that the subsidence at the NEF is primarily due to the cooling contraction of pyroclastic deposits emplaced in the 1783 eruption, and the SEF is susceptible to flank instability. The asymmetric deformation of the volcano may also be related to the hydrothermal activity that is controlled by the underground structure of the volcano. This study highlights that much more efforts should be taken to monitor the slope instability of Asama volcano in the future.

キーワード：合成開口レーダー、時系列解析、熱収縮
Keywords: Synthetic Aperture Radar, Time-series analysis, Thermal contraction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

主従画像詳細位置合わせによる航空機搭載-Lband-SAR（Pi-SAR-L2）干渉度の改善

Improvement of Airborne L-band-SAR (Pi-SAR-L2) Coherence by Pixel by Pixel Resampling

*村上 亮[1]、古屋 正人[1]、小澤 拓[4]、高田 陽一郎[1]、青木 陽介[3]、島田 政信[2]、成田 翔平[1]
*Makoto Murakami[1], Masato Furuya[1], Taku Ozawa[4], Youichiro Takada[1], Yosuke Aoki[3], Masanobu Shimada[2], Shohei Narita[1]

1. 国立大学法人北海道大学、2. 東京電機大学　理工学部　理工学科　建築・都市環境学系、3. 東京大学地震研究所、4. 防災科学技術研究所
1. Hokkaido University, 2. Tokyo Denki University, School of Science and engineerring, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

１．はじめに

航空機搭載SARは，ある程度自由に飛行経路を設定でき，即時対応にも適応性が高いことから，衛星搭載型にない多くの長所を有している．しかしながら，リピートパス干渉法（DInSAR）解析では，飛行軌跡が経路上の風などの影響によって不規則に変動し，干渉度を著しく劣化させる航空機SAR特有の困難さがあるが，実際に火山を対象としたリピート観測データを用いて，解析手法の改良を試み，特に，主従画像の位置合わせを可能な限り詳細に実施することで，これまでの手法に比べて干渉性をより高めることができた．本報告では，この手法について紹介し，火山活動モニタリングにもたらす効果について報告する．

２．従来のPi-SAR-L2データの干渉処理について

Pi-SAR-L2には，高精度なINS-GPSハイブリッド型の航路追跡装置が搭載されている．これにより，高い軌道再現性が実現されているが，予測不可能な気流の変化等の影響によって，完全な同一航路の実現は困難である．その結果，航空機干渉SARの飛翔航路偏差起源の位相差の分布は，衛星のそれに比べてより複雑な形状を呈し，地殻変動情報の有効な抽出には，航跡の複雑性に起因する位相分布の適切な除去が必須である．

これまでの解析から，ペアを構成する主画像(Master)および従画像(Slave)の位置合わせの達成度が干渉性をほぼ支配することが確認されている．位置合わせのためには，まず，地上の同一点に対する主従の画像のピクセルのズレを検出し，その情報に基づいて，同一地点のピクセルが同じ位置に来るように従画像の位置を補正する，リサンプルのプロセスの二段階の処理が必要である．

解析に使用する干渉SAR解析パッケージであるRINC（小澤拓防災科研主任研究員が開発）のリサンプル過程では，従来は，ズレの分布を二次関数で近似し，その予測に従って従画像（Slave）の画素を再整列させるという，衛星と同様の処理を行ってきた．しかし，航空機の場合は，特に風によって飛行速度が不規則に変化するため，飛行(Azimuth)方向において，10ピクセル以上におよぶ残差が残留しており，これが，Azimuth方向に直行する帯状の干渉不良領域を発生させている原因であることが分かっていた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

３． 位置合わせ手法の改良

今回は，二次関数では近似できない高周波成分がもたらす位置ズレについても対応するため，二次関数による近似後の残差について，ある程度滑らかな曲面を仮定し，Matlabの曲面近似機能を使用した再フィッティングを行い，この曲面の値を1ピクセル単位で近似した．この1ピクセル毎の位置ズレの近似値を用いて，主従画像の位置ズレを1ピクセル毎に再計算し，最終的にこの情報に基づいて，RINCの1ピクセル毎に従画像リサンプルを行う機能を利用して，詳細位置合わせを達成する手法を実現した．

３． 霧島火山の干渉解析結果への適用

今回，実現した詳細位置合わせ手法について，霧島上空を南東から北西方向に向かって左下を見下ろしながら観測した2014年と2016年のデータに適用した．コヒーレンスを確認したところ（図参照），従来の2次関数の当てはめでリサンプルを行ったデータに比べて，画像全体で干渉性が上がったことが確認できた．特に，Azimuth方向に直行して出現していた不干渉帯の幅が狭まった．しかしながら，帯が完全に消滅したわけではなく，狭い領域に集中して不干渉領域が残存している．この筋に相当する観測時に，航空機の速度が大きく変化したことが示唆される．コヒーレンスの帯に対応した位置で，位相にも同様の帯状の変化が現れている．現時点では，航空機の精密な航路情報が入手不能であるので，確認はできないが，航路の乱れによって位相の乱れが発生している可能性が高い．幸い，位相誤差分布の空間波長は比較的長く，変化の度合いも緩やかであるので，位相の長周期トレンド成分のフィッティングにより，取り除くことが可能であり，局所的な地殻変動は十分に抽出可能である．このペアでは，ちょうど硫黄山に相当する観測時間帯に，速度変化が発生したと考えられ，旧手法では，干渉性が十分ではなかったが，新手法ではより広く干渉を復元することができた．講演では，他の観測データにも対象を広げ，位置合わせ手法の改良による干渉改善が火山モニタリングにもたらす効果について考察する．

クレジット：干渉SAR解析には小澤拓博士が開発したRINC（Ver.0.36）および国土地理院の標高データを使用した．ここに記して感謝する．本研究は文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の支援を受けた．

キーワード：航空機SAR、干渉SAR、地殻変動
Keywords: Airborne SAR, SAR Interferometry, Crustal Deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

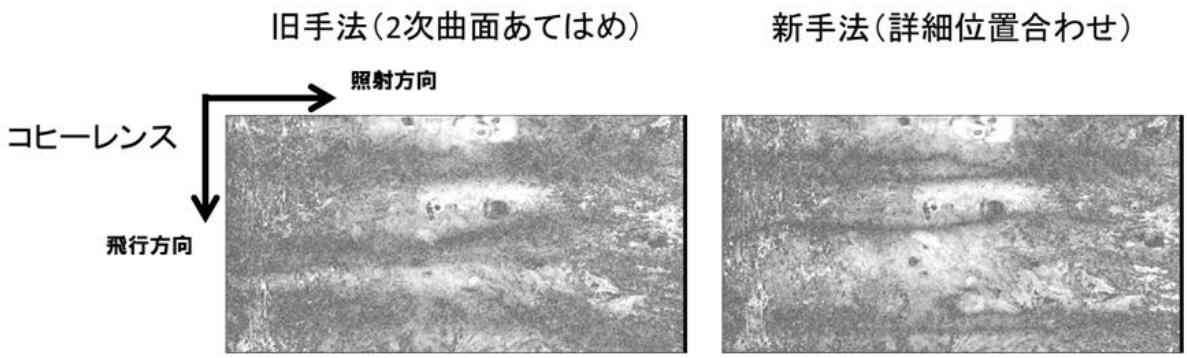


図　EW軌道データ（2014-2016）に対するリサンプル新旧手法の比較.
コヒーレンスは，明るいピクセルほど干渉性が高い．全体的に干渉性が上がっているが，特に，画像の下半分で改善が顕著である.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SAR干渉法における電離圏遅延推定：分割スペクトル二重差分干渉画像を用いた手法の有用性

Ionospheric delay estimation in SAR interferometry: Significance of the method using the split-spectrum double-difference interferogram

*小澤 拓[1]
*Taku Ozawa[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

SAR干渉法における大きな誤差要因の一つである電離圏遅延誤差の軽減においては、Split-spectrum法（e.g., Brcic et al., 2010; Rosen et al., 2010; Gomba et al., 2016）が有用な方法として用いられるようになりつつある。この手法は、SARのチャープ信号を高周波側と低周波側に分割したSAR画像を作成し、それぞれの干渉ペアから得られる干渉画像において、電離圏遅延成分と地殻変動等の成分の周波数に対する応答の違いを利用して、それぞれの成分を分離する。一般に、電離圏遅延成分は、

$\Phi_{iono}=f_L f_H(\Phi_L f_H - \Phi_H f_L)/(f_0(f_H^2-f_L^2))$ -(1)

の式から推定される。ここで、Φ_{iono}は電離圏遅延成分、f_0、f_L、f_HはフルバンドSAR画像、低周波側SAR画像、高周波側SAR画像の中心周波数、Φ_L、Φ_Hは、低周波側の干渉ペアと高周波側の干渉ペアから得られる干渉画像の位相差である。経験的に、干渉性が高い干渉ペアにおいては、この式から精度よく電離圏遅延成分を推定できるが、干渉性が低い干渉ペアにおいては、主にアンラッピングの困難により、精度が劣化する場合が多い。そこで、Wegmüller et al. (2018)は、

$\Phi_{iono}=A\Phi_0 + B(\Phi_H-\Phi_L)$ -(2)

の式から電離圏遅延成分を推定する方法を提案した。Φ_0はフルバンドSAR画像の干渉ペアから得られる位相差であり、A,Bは周波数から求められる係数である。一般に、帯域幅が広いほど、干渉性は良いので、第1項は周波数を分割した干渉ペアよりもアンラッピングは比較的容易である。第2項は、ほとんどの場合で$-\pi$から$+\pi$の値に入るため、容易に位相差を求めることが可能である。さらに、Aはほぼ0.5であることから、

$2\Phi_{iono}=\Phi_0 + 2B(\Phi_H-\Phi_L)$ -(3)

と近似することが可能である。前述したように、第2項は容易に位相差を推定することが可能であので、アンラッピングすることなしに、電離圏遅延成分のみを示す干渉画像を得ることが可能である。

以上で述べた３つの式に基づいた電離圏遅延成分を推定するツールは、防災科研が開発を進めているSAR干渉解析ツール（RINC）に組み込むために、開発を進めている。ここでは、開発中のツールを用いて行った、いくつかのペアについてのテスト解析結果を述べる。本解析においては、帯域を半分に分割して作成した高周波側と低周波側のSAR画像を用いる。高周波側と低周波側の干渉ペアについて、それぞれ干渉画像を作成し、軌道情報に基づいて、軌道・地形縞成分を除去してスペクトル強調フィルター（Goldstein and Werner, 1998）を適用し、それらの干渉画像から、それぞれの式に基づいて電離圏遅延を推定する。推定した結果は、それぞれ、ほぼ同様のパラメータを用いて、outlierを除去するフィルター、ガウスフィルターを適用し、電離圏遅延成分を求めた。

まず、比較的干渉性が高いペアとして、ALOS-2/PALSAR-2のパス124の右方向視で、2014年9月9日と2015年8月11日に吾妻山を観測したSM1の干渉ペアを解析した。このペアについては、どの式に基づいた手法によっても、ほぼ同じ結果が得られた。しかし、ALOS-2/PALSAR-2のパス23の右方向視で、2016年3月7日と2016年4月18日に2016年熊本地震の震源域を観測したSM1の干渉ペアを解析したところ、断層付近において、それぞれの方法で差が見られた。特に、式(1)の解析では、断層付近におけるアンラッピングエラーが大きく影響しているようである。手動解析において、正しくマスクすれば、式(2)とおおよそ同じ結果が得られると考えられる。式(3)においては、断層付近においても、電離圏遅延成分が得られた。しかし、他の特に干渉性が悪い干渉ペアにおいては、式(3)を用いた解析ではうまく処理できない場合もあった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現時点では解析事例が少なく、より多くの事例解析を要するが、概して、式(2)に基づく方法が、比較的精度良く、電離圏遅延を推定できるように感じられる。ただし、アンラッピングが困難なほどの、大きな地殻変動が含まれる場合には、式(3)に基づく方法が良い場合もある。場合に即した使い分けが必要かもしれない。

キーワード：SAR、電離圏遅延、地殻変動
Keywords: SAR, ionospheric delay, crustal deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気遅延補正を適用したSentinel-1 InSARによる2018年房総半島周辺でのスロースリップに伴う地表面変位の検出
Detecting surface displacement accosiated with the 2018 slow slip event around Boso peninsla by use of Sentinel-1 InSAR with atmospheric correction

*木下 陽平[1]、二村 忠宏[1]、古田 竜一[1]
*Youhei Kinoshita[1], Tadahiro Nimura[1], Ryoichi Furuta[1]

1. 一般財団法人リモート・センシング技術センター
1. RESTEC, Remote Sensing Technology Center of Japan

スロースリップあるいはスロー地震は地震波をほとんど放出することなく断層上に蓄積されたひずみエネルギーを解放することで知られている. スロースリップに伴う地表面変位や地殻内振動は多くの場合微小なことから, そのシグナル検出は通常GNSSや地震計のような高精度な地球科学的観測手法を用いて行われてきた. これまでの研究において, 例えば東海地域 (e.g. Yamamoto et al. 2005, EPS; Ozawa et al. 2016, EPS), カスケード地域 (e.g. Dragert et al. 2004, EPS; Hawthorne and Bartlow 2018, JGR), 南海トラフ (e.g. Kobayashi 2017, EPS; Ozawa 2017, EPS) など, 多くの地域でのスロースリップの検出事例が報告されてきた. 房総半島周辺についてもスロースリップが度々発生している地域として知られている (Fukuda 2018, JGR). しかしながら, これらスロースリップに伴う地表面変位を検出した先行研究はほとんどがGNSS観測を使ったものであり, 空間的解像度の制限から地表面変位の詳細な空間構造を把握することは困難であった. 本研究では2018年に房総半島周辺で発生したスロースリップに伴う地表面変位の検出を目的として, Sentinel-1 TOPS SARデータを用いたInSAR解析を行ったのでその結果と進捗を報告する.

InSAR解析ではSentinel-1 TOPS IWデータを用いて干渉解析を行った. Sentinel-1データについては合計3つのパスのデータを用いており、パス39とパス141がアセンディング、パス46がディセンディングとなっている. これらSentinel-1データをGAMMAソフトウェアを用いて干渉処理しており, 地形縞のシミュレーションには1-arcsecond SRTM DEMを用いた. 本研究で解析した干渉ペアについては全て基線長の垂直成分が200m未満となっており、ほとんどの干渉ペアで良好な干渉性を得ることができた. 本事例において期待される地表面変位量はGNSS観測から2cm未満となりそうなことから, 大気遅延効果の低減のために各パスにおいて干渉画像のスタッキング処理を行った. これにより時間的空間的ランダム性が仮定できる大気遅延成分については大幅に低減することが可能である. また必ずしも時間的空間的にランダム性を仮定できない地形相関性大気遅延成分に対しては, 気象庁のMSM数値気象モデル客観解析データを用いた補正を各干渉画像に適用することで低減を図った.

大気遅延補正を適用したInSARスタッキング解析の結果, パス141のスタッキング結果において視線方向の変位量が約1cmの地表面変位シグナルを検出することができた. この変位シグナルは空間的大きさがおよそ20km四方程度であり, GNSS観測から得られていたスロースリップ時の変位量と整合的である. 一方でパス39とパス46のスタッキング画像については, スタッキングに用いた個々の干渉画像の多くが大気遅延による位相擾乱の影響を受けてしまい, スタッキング画像においても明瞭な地表面変位シグナルを検出することはできなかった.

本研究では大気遅延補正の補正効果についても簡単に評価を行った. 評価は地表面変位がないと考えられる領域を切り出し, その領域ないので位相の標準偏差を補正前後で比較するというものである. 補正前のスタッキング画像における位相の標準偏差はパス39, 46, 141でそれぞれ5.9cm, 7.5cm, and 4.2cmであったのに対し, MSMによる補正適用後は2.7cm, 4.6cm, and 1.6cmに改善した. このことはMSMが10kmの水平格子間隔と3時間の時間間隔でInSAR大気遅延補正にとって十分なものとは言えないものの, 地形相関性大気遅延効果を補正する効果は十分にあること示している.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

明瞭な地表面変位シグナルが得られたパス141のスタッキング画像を元に, 単純な矩形断層モデルによるフォワードモデリングを実施してInSARで得られた地表面変位を説明できるような断層パラメータの推定を行った. 断層モデリングの結果, 断層は深さ15kmでフィリピン海プレートの境界と整合的な位置に求まり, モーメントマグニチュードは6.6となった.

キーワード：InSAR、InSAR大気遅延補正、スロースリップ
Keywords: InSAR, Atmospheric delay correction, Slow Slip

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

2014年に従来のSAR衛星を大きく凌駕する性能を持った日本のALOS-2及び欧州のSentinel-1が相次いで打ち上げられて約4年間のアーカイブが利用可能となり、すでに長期運用されているTerraSAR-XやCosmo-SkyMedのデータと合わせてSARの利用は益々拡大している。さらなる高性能SAR衛星の打ち上げ計画に加え民間企業によるコンステレーションSAR衛星計画も数多く企画されており、世界的な衛星データのオープン&フリー化の流れも相まって、衛星SARは豊富なデータを背景とした新時代を迎えようとしている。衛星SARに加え、高時間分解能での観測が可能な地上設置型SARや、運用時の機動性に優れるUAV搭載型SARなど、ターゲットや用途・目的に沿った様々な技術が発展し、利用されている。こうした動きは、SARが地球科学を始めとする基礎研究のみならず、防災や森林監視等の実利用の分野でも欠かせないツールとして浸透が進んでいることの証左といえる。本セッションでは、SARに関する基礎研究から実利用まで幅広く成果を募集し、SAR利用の発展に向けた知見の共有・議論を図る。

[STT45-P01] 気象研究所における干渉SAR対流圏遅延補正プログラムの開発（第2報）

*奥山 哲[1]、安藤 忍[1]、新堀 敏基[1] (1.気象研究所)

[STT45-P02] Mitigation of atmospheric delay in InSAR for fair estimate of crustal deformation at Azumayama volcano

*阿部 華菜[1]、小川 佳子[1]、久田 泰広[1]、出村 裕英[1]、小澤 拓[2]、三浦 哲[3]、日下部 玲[1]、荒井 雄大[1] (1.公立大学法人会津大学、2.防災科学技術研究所、3.東北大学大学院理学研究科)

[STT45-P03] 活火山の噴気地帯の干渉SAR解析結果に認められる特異な変位：箱根火山上湯地区の例

*道家 涼介[1]、板寺 一洋[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

[STT45-P04] Detection of Deformation Signals at Mud Volcanoes in Semau Island, Indonesia

*Naufal Setiawan[1]、Masato Furuya[1] (1.Hokkaido University)

[STT45-P05] ALOS-2/PALSAR-2を用いたデブリ氷河の氷河上湖の抽出

杵淵 千香子[2]、*奈良間 千之[1]、山之口 勤[3]、田殿 武雄[4] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.リモート・センシング技術センター、4.宇宙航空研究開発機構)

[STT45-P06] **ALOS-2/PALSAR-2による尾瀬ヶ原の水位変動の観測**

*岩立 渉[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P07] InSAR時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動2

*安藤 忍[1]、小林 昭夫[1] (1.気象研究所 地震津波研究部)

[STT45-P08] 長野県小谷村におけるパイプ歪計観測データを用いたInSAR解析結果の評価

*清澤 友弥[1]、佐藤 浩[2] (1.日本大学大学院理工学研究科地理学専攻、2.日本大学文理学部)

[STT45-P09] ALOS/PALSARの干渉SARを用いたDEM作成とその精度評価

*高橋 昂也[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P10] 干渉SAR時系列解析による日本全国の地盤変動監視に向けた取り組み

*林 京之介[1]、山下 達也[1]、桑原 將旗[1]、本田 昌樹[1]、酒井 和紀[1]、宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土交通省国土地理院)

気象研究所における干渉SAR対流圏遅延補正プログラムの開発（第2報）
Development of InSAR tropospheric phase delay correction system at MRI (2nd report)

*奥山 哲[1]、安藤 忍[1]、新堀 敏基[1]
*Okuyama Satoshi[1], Shinobu Ando[1], Toshiki Shimbori[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

はじめに

SAR差分干渉法は、2枚のSAR画像を用いて、観測間に生じた地表変位の衛星視線方向成分の面的分布を求めるリモートセンシング技術である．しかしながら、その結果にはアンテナーターゲット間に存在する媒質の影響、すなわち電離圏遅延・対流圏遅延が含まれる．このうち対流圏遅延を補正する手法として、遅延誤差を標高の関数として近似する方法が長らく使われてきた（藤原他, 1999）．しかしこの方法は、広範囲な地殻変動の場合には適用することができず、また地形と相関を持つ地殻変動を遅延誤差として誤って補正してしまう恐れがある等の問題がある．これらの問題を解決するため、干渉SARで用いるデータとは独立した数値気象モデルを用いた対流圏遅延補正も複数提案され、その有効性が示されている（例えばHobiger et al., 2008, 小澤・清水, 2010など）．気象研究所は気象庁の開発する各種の気象モデルを利用できる環境を活用して、過去にはJMA-NHMを用いた遅延補正を試み、一定の成果をあげた（安藤他, 2013）．しかし局地大気現象の予報精度を向上させるべく、数値気象モデルも日々改良され高度化が進んでいる．我々はこれら最新の気象庁数値気象モデルを用いた対流圏遅延補正プログラムの開発に着手し、日本測地学会第130回講演会においてその予備解析結果を報告した（奥山他, 2018）．予備解析では天頂遅延量の視線方向投影を用いて補正を行ったが、今回、視線方向の遅延量を直接計算する手法を確立したので報告する．

データと方法

気象データはNuSDaS形式のモデル面解析値を用い、各種モデルを切替えられるよう、可能な限り入力データに依存しないシステムとする．システムは1) 気象データを補間し、SARによる観測時刻の気象データを作成する部分、2) 気象データから各格子点での屈折率を計算する部分および3) 屈折率を積分し、干渉SAR画像の各点について対流圏遅延を計算する部分からなる．このうち、2)は各モデルによって記録されているパラメタが異なるため（局地解析では気圧が記録されているが、過去のメソ解析では無次元気圧であるなど）、モデル毎にプログラムを使い分ける必要がある．屈折率の計算は小澤・清水（2010）による式を用いた．

予備解析との差異

パス125/フレーム660のPALSAR-2データ（2015年1月4日－2015年8月16日）を補正対象、気象庁メソ解析値を気象データとし、天頂遅延量の視線方向投影を用いて補正した場合（A）と、視線方向の遅延量を直接計算した場合（B）を比較した．上で述べたように遅延誤差は標高と相関をもつため、補正後の干渉画像において標高と位相の相関係数を計算した所、A：-0.097・B：-0.047と改善が見られた．なお補正前の干渉画像における標高と位相の相関係数は-0.431である．

（A）と（B）の差分画像は地形に相関をもつが、その比例係数は空間的に変化する．これは（A）が直上の遅延量分布を参照するのに対して（B）はよりニアレンジ側の遅延量分布を参照するためであり、遅延量分布の水平不均質が原因である．（A）と（B）の差の最大値は-2.1rad.であった．

今後の展望

局地解析値・全球解析値等、他モデルへの対応を進める．その上で屈折率の計算式や補間アルゴリズムの差を比較検証する予定である．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

謝辞

本研究で用いたPALSAR-2データはPIXELにおいて共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである．PALSAR-2データの所有権はJAXAにある．本研究の一部は、東京大学地震研究所特定共同研究（B）（2018-B-02）で行われた．

キーワード：干渉SAR、大気遅延、気象モデル
Keywords: SAR interferometry, atmospheric delay, numerical weather model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mitigation of atmospheric delay in InSAR for fair estimate of crustal deformation at Azumayama volcano

*阿部 華菜[1]、小川 佳子[1]、久田 泰広[1]、出村 裕英[1]、小澤 拓[2]、三浦 哲[3]、日下部 玲[1]、荒井 雄大[1]
*Kana Abe[1], Yoshiko Ogawa[1], Yasuhiro Hisada[1], Hirohide Demura[1], Taku Ozawa[2], Satoshi Miura[3], Akira Kusakabe[1], Takehiro Arai[1]

1. 公立大学法人会津大学、2. 防災科学技術研究所、3. 東北大学大学院理学研究科
1. The University of Aizu, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Graduate School of Science, Tohoku University

Azumayama volcano is one of the five active volcanoes in Fukushima prefecture which is now issued volcanic alert level 2. Since 2014 winter, the volcano had/has been issued the level 1 and 2 repeatedly according to the situation. It is the most active volcano in the Fukushima pref. We have been working to clarify time-series of crustal deformation at Azumayama volcano.

Abe et al. [2017, JpGU] conducted InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) analysis using ALOS2 (Advanced Land Observing Satellite 2)/PALSAR2 (Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar-2) data and estimated crustal deformation around Azumayama volcano . However, some of the results showed subsidence at the west of Azumayama which would be due to atmospheric delay and ionospheric delay.

In this study, we attempted to correct atmospheric delay and ionospheric delay in InSAR analysis using three numerical weather models: MSM (MesoScale Model), LFM (Local Forecast model) and WRF (Weather Research and Forecasting). WRF is created by using MSM data to improve resolution of time. Then we tried to estimate the amount of crustal deformation more precisely from 2014 fall to 2017 fall after applying atmospheric correction. Eight of the ALOS2/PALSAR2 data were used for the InSAR analysis. We evaluated the InSAR results after performing each atmospheric correction based on each numerical model and compare them quantitatively and select suitable weather model among the three.

Artifacts and false fringe in InSAR results seem to be reduced. Comparing InSAR analysis results with the value of GNSS (Global Navigation Satellite System) analysis at ground stations, correction by LFM and WRF showed similar trend better than that by MSM. Numerical weather models with higher resolutions seem effective in correcting atmospheric delay in InSAR. Uplift and subsidence at the Oana crater and subsidence in the western part of Azumayama were detected during 2014 fall - 2015 summer and 2015 summer - 2015 fall, respectively, which reflect actual deformation.

キーワード：吾妻山、地殻変動、火山、合成開口レーダー、数値気象モデル
Keywords: Azumayama, crustal deformation, volcano, SAR, numerical weather model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

活火山の噴気地帯の干渉SAR解析結果に認められる特異な変位：箱根火山上湯地区の例

Unusual displacement observed in InSAR analysis results of fumarolic area of active volcanos: An example of the Kamiyu district in Hakone Volcano

*道家 涼介[1]、板寺 一洋[1]
*Ryosuke Doke[1], Kazuhiro Itadera[1]

1. 神奈川県温泉地学研究所
1. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

本発表では，箱根火山の上湯地区の噴気域（上湯噴気）を対象としたALOS-2/PALSAR-2データの干渉SAR解析結果に認められた変位の特徴および原因について報告する．

上湯噴気は，箱根火山中央火口丘北側の斜面に位置する噴気域で，2015年に水蒸気噴火を起こした大涌谷の火口付近から北に約500mの地点に位置する．上湯噴気は，2001年に箱根火山で活発な地震活動が発生したのち，2003年頃に新たに確認された噴気域である（辻内ほか，2003）．その内，現在最も活発な噴気活動が認められるE領域と呼ばれる噴気地帯は，2011年の東北地方太平洋沖地震の際に箱根火山において群発地震活動が誘発された後（Yukutake et al., 2011），活発化が認められた噴気地帯である（原田ほか，2012）．E領域の大きさは，南北約200m，東西約150mである．また，このE領域の放熱量は，7～8MWと推定されている（Mannen et al., 2018）．

箱根火山を対象としたALOS-2/PALSAR-2による観測は，主に4つの軌道で繰り返し実施されており，各軌道とも概ね数ヶ月に一回の頻度で実施されている．2014年10月以降，2018年末時点において，南行軌道・右観測のPath18で22シーン，Path19で15シーン，北行軌道・右観測のPath125，126でそれぞれ11シーンずつのデータが得られている．本研究では，これらのデータ全てについて直近の干渉ペアとの間で差分干渉解析を実施し，上湯E噴気における地表面の変位を明らかにした．

噴気地の外側の任意の地点を不動と仮定し，上湯噴気の変位を推定したところ，E領域において，東側上空からの観測（Path18，19）では，約4年間で3～5cm程度衛星に近づく変位が認められた．また，西側上空からの観測（Path 125，126）では，同期間で10～13cm程度衛星から遠ざかる変位が認められた．このことから，長期的には，E領域が北東方向に定常的に変位していることが示唆され，それはE領域の傾斜方向とも合致することから，地すべり性の変位が生じているものと言える．

一方，東側上空から観測されたPath18，19の解析結果では，夏季に衛星に近づき，冬季には衛星から遠ざかる年周変化が認められる．西側上空から観測されたPath125，126ではこのような年周変化は認められないが，そもそもこれらのPathでは夏季の観測が少なく，実際の年周変化の有無は判断できない．この年周変化の原因については，地上付近の水蒸気量が噴気地外では季節変化するのに対し，噴気地内では年間を通してほぼ飽和状態にあると考えられることから，そのコントラストが夏季と冬季とで異なることが影響している可能性が挙げられる．加えて，噴気地は裸地に近い状態のため周囲の森林よりも表面散乱が卓越することから，夏季と冬季における土壌水分量の差も影響している可能性も考えられる．その他にものいくつかの要因が考えられるが，今後検討を進め，噴気地帯における地すべり運動を正確に評価することに加え，噴気そのものの活動評価にも繋げていく予定である．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本研究で使用したALOS-2/PALSAR-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループを通してJAXAよりご提供頂きました．原初データの所有権はJAXAにあります．ここに記して感謝します．

キーワード：干渉SAR、活火山、噴気地帯、箱根火山
Keywords: InSAR, active volcano, fumarolic area, Hakone Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of Deformation Signals at Mud Volcanoes in Semau Island, Indonesia

*Naufal Setiawan[1], Masato Furuya[1]

1. Hokkaido University

Mud volcanoes are associated with fluid and solid material vertical extrusion from its source layer (mud reservoir). The size and shape of the mud volcanoes throughout the world are diverse. Furthermore, the reason behind this event is difference in each region but predominantly occurred at convergent plate margins. To date, the most mud extrusion known is in the Mediterranian Sea and Tethyan belt (including Azerbaijan, south Greece, Iran, and Turkmenistan).

Semau Island, located in Timor area of Indonesia, is one of the islands where the northern margin of Australian continental plate meets Banda sea plate. Previous geologic map identified Semau island hosted six mud volcanoes with no description in its size [Barber, et al. 1986], and some of them erupt only mud, whereas others produce mud with an admixture of liquid hydrocarbons [Kholodov. 2002].

In order to detect any possible deformation signals in the mud volcanoes in this region, we applied InSAR method. Twenty four (24) ascending images and ten (10) descending images of ALOS/PALSAR data spanning from 2006 to 2011 were acquired. Because our research area is not covered by single observation image, we concatenate the consecutive frame number. To enhance the processing step in GAMMA software, the oceanic areas and some part of other islands that not our interest were cropped to focus on Semau Island. Interferograms of ALOS/PALSAR dataset were consist of eleven (11) ascending pairs and four (4) descending pairs. Then, using AW3D30 DEM data we tried to remove topographic fringe. During the processing, images were multi-looked in range and azimuth by 2 and 6 respectively. While the oversampling in the azimuth direction can be avoided due to the effect of azimuth slope is limited, range oversampling by a factor of two is needed for good quality of interferogram. This procedure is to avoid uncorrelated contributions that arise in the spectral cross-correlation from interferogram generation. Finally, we applied low order polynomial to mitigate the effects of long wavelength phase trends in our interferograms.

The deformation signal is hardly detected in the majority of the data pairs, due to the unwrapping errors in some pairs and also probably due to the small size of mud volcanoes. Despite low coherence in the possible mud extrusion source, in two image pairs, we detected the possible signal from the mud volcano area that is identical to the location described from the previous geologic map. However, since the geologic map from the previous study was derived from aerial photograph interpretation and the signal detection is in slope area, further research is needed to confirm if it is related to active mud volcanism or simply a landslide signal.

Keywords: Mud volcanoes, InSAR, Landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2/PALSAR-2を用いたデブリ氷河の氷河上湖の抽出
Extraction of supraglacial lakes on debris-covered glacier using ALOS-2/PALSAR-2

杵淵 千香子[2]、*奈良間 千之[1]、山之口 勤[3]、田殿 武雄[4]
Chikako Kinefuchi[2], *Chiyuki Narama[1], Tsutomu Yamanokuchi[3], Takeo Tadono[4]

1. 新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2. 新潟大学大学院自然科学研究科、3. リモート・センシング技術センター、4. 宇宙航空研究開発機構
1. Niigata University, Program of Field Research in the Environmental Sciences, 2. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 3. RESTEC, 4. JAXA

ヒマラヤ東部地域（ネパール東部とブータン）では，近年，巨大な氷河湖を持たないデブリ氷河（岩屑に覆われた巨大な谷氷河）からの出水による大規模な洪水が生じ，下流域の住民の脅威になっている．これら洪水は，デブリ氷河上に発達する小規模な氷河上湖や氷河内水路に貯まった水が氷河内水路の開放により出水が生じたと考えられている（Komori et al., 2012; Miles et al., 2018）．衛星画像によるモニタリング手法で急激な氷河上湖の拡大を監視できればよいが，夏季のヒマラヤ地域はモンスーンの雲で覆われているため，光学衛星の可視画像を用いた監視は難しい．雲を透過して地上の湖面データを取得できる衛星データとしてマイクロ波データがある．ヒマラヤ地域では夏季に毎月1回データが取得されており，モンスーン期の氷河上湖をモニタリングに適している．しかし，デブリ氷河の氷河上湖の後方散乱係数は，氷河表面の起伏の影響で値が一様でなく，氷壁や陥没している地形でも後方散乱が小さくなるなど問題がある．そこで，本研究では，ALOS-2/PALSAR-2のマイクロ波データを用いて，デブリ氷河上の後方散乱係数に影響を及ぼす要因を除外し，デブリ氷河の氷河上湖を抽出した．

ゴジュンバ氷河で同時期に撮影されたSentinel-2とALOS-2 /PALSAR-2から抽出した氷河上湖の比較をおこなった結果，起伏量の小さいA区間と起伏量の大きいB～F区間で氷河上湖の後方散乱係数が異なっていた．末端部の氷河上湖の後方散乱係数は小さいが，中流部では値にばらつきがみられた．A区間には大規模な湖が発達し，起伏量の大きいB～F区間には小規模な湖が多数発達しており，数と面積の抽出の割合は末端で高い結果であった．

キーワード：氷河上湖、デブリ氷河、ALOS-2/PALSAR-2、起伏量
Keywords: supraglacial lake, debris-covered glacier, ALOS-2/PALSAR-2, relief amount

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2/PALSAR-2による尾瀬ヶ原の水位変動の観測
Observation of the water level fluctuation at Ozegahara by ALOS-2/PALSAR-2

*岩立 渉[1]、島田 政信[1]
*Wataru Iwatate[1], Masanobu Shimada[1]

1. 東京電機大学
1. Tokyo Denki University

干渉SARは、地表の対象物からのレーダー反射波の強度に加えて、反射波の位相を得ることができる。この位相にはアンテナから地表までの距離の情報が含まれており、アンテナと地表の間の距離（実際には往復するため2倍）を電波の波長で割ったときの端数が求められる。ただしこのままでは、整数分まで含んだ波数の全体ではなく端数分しか解らないため、地表の同一の場所に対して2回のSAR観測を実施する。それらを干渉させて差をとることによりわずかな距離差の情報を利用することが可能になる。通常のレーダー技術のみで距離を測定する場合、その精度が数m程度なのに対し、干渉SARではcmレベルでの測定が可能である。この干渉SAR技術を使うと地震や火山噴火に伴う地球表面の変動を目で見える形でとらえることができる。これは人工衛星から照射されたマイクロ波が地表面に反射され衛星に返ってくることが前提である。川や海、湖といった水面では波により常に動いているため、反射面が一定ではない場所での測定は困難となる。しかし、水面から草や葦が生えている湿地帯などでは、水面に反射されたレーダーが草や葦にもう一度反射し衛星に返ってくる可能性がある。

そこで本研究では、水面でも観測できる可能性を検証することを研究課題として定めた。対象地は湿地帯で、中でも本州最大規模の尾瀬ヶ原を研究対象にした。この尾瀬ヶ原は尾瀬国立公園内にあり、福島県及び栃木県、群馬県新潟県の県境に位置し、2,000m級の山岳地帯から構成されている。観測データはJAXAのだいち２号（ALOS2）に搭載されたPALSAR-２の2014年9月から2018年5月の期間を用いて研究を行った。尾瀬ヶ原は水位が低下していると言われているため、干渉SAR技術を用いて得られた数値が低下を表していれば水面でも観測できる可能性を検証できたと考えられる。実際に平均で約-6.6cmの数値を得た。その他降水量などの比較も行い、水位低下を図ることができたことから湿地帯での水位観測が可能であると示すことができた。

今後の発展としては、可能性から精度という面で検証を行っていくことが考えられる。その方法として、現地でのGPS設置や水位標による観測が挙げられる。

キーワード：干渉SAR、ALOS-2、PALSAR-2
Keywords: Interferometry, ALOS-2, PALSAR-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

InSAR時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動2

The steady crustal deformation around the Omaezaki, Sionomisaki, Muroto and Ashizuri, using InSAR time-series analysis 2

*安藤 忍[1]、小林 昭夫[1]
*Shinobu Ando[1], Akio Kobayashi[1]

1. 気象研究所 地震津波研究部
1. Seismology and Tsunami Research Department, Meteorological Research Institute

気象研究所では、プレート境界におけるスロースリップ、プレスリップなど固着状態の変化を検出するための手法の高度化の手段として、衛星SARデータを用いた面的な地殻変動検出に取り組んでいる。特に、近い将来の発生が懸念されている南海トラフの大規模地震に着目し、プレートの沈み込み域に近く固着状態の変化を受けやすい東海から四国にかけての岬付近を対象として解析を行った。

筆者らはALOS/PALSAR（運用期間：2006年から2011年）データを使った時系列解析により、岬付近の定常的な変動速度を計算し、同期間のGNSSデータと概ね相関が得られることを確認した（安藤ほか, 2018）。本報告では、その後ALOS−2/PALSAR−2（運用期間：2014年～）のアーカイブデータが蓄積されてきたことから、これらのデータについて時系列解析を行い、岬付近の定常的な地殻変動の検出を試みた。なお、今回の解析には、予めRINC（Ozawa et al., 2016）用いて各ペアの干渉画像を作成し、その後にGIAnT (Agram et al., 2011)を用いたSBAS法による時系列解析を行った。

解析に使用した各地域のデータは以下のとおりで、アーカイブの存在する全データ使用を原則としたが、得られた解析結果をチェックした上で明らかにエラーと考えるデータについては除外し、再計算を行った。

御前崎：パス19(18シーン) およびパス126(11シーン)、

潮岬　：パス20(16シーン) およびパス128(11シーン)、

室戸岬：パス21(14シーン) およびパス128(10シーン)、

足摺岬：パス22(14シーン) およびパス129(10シーン)。

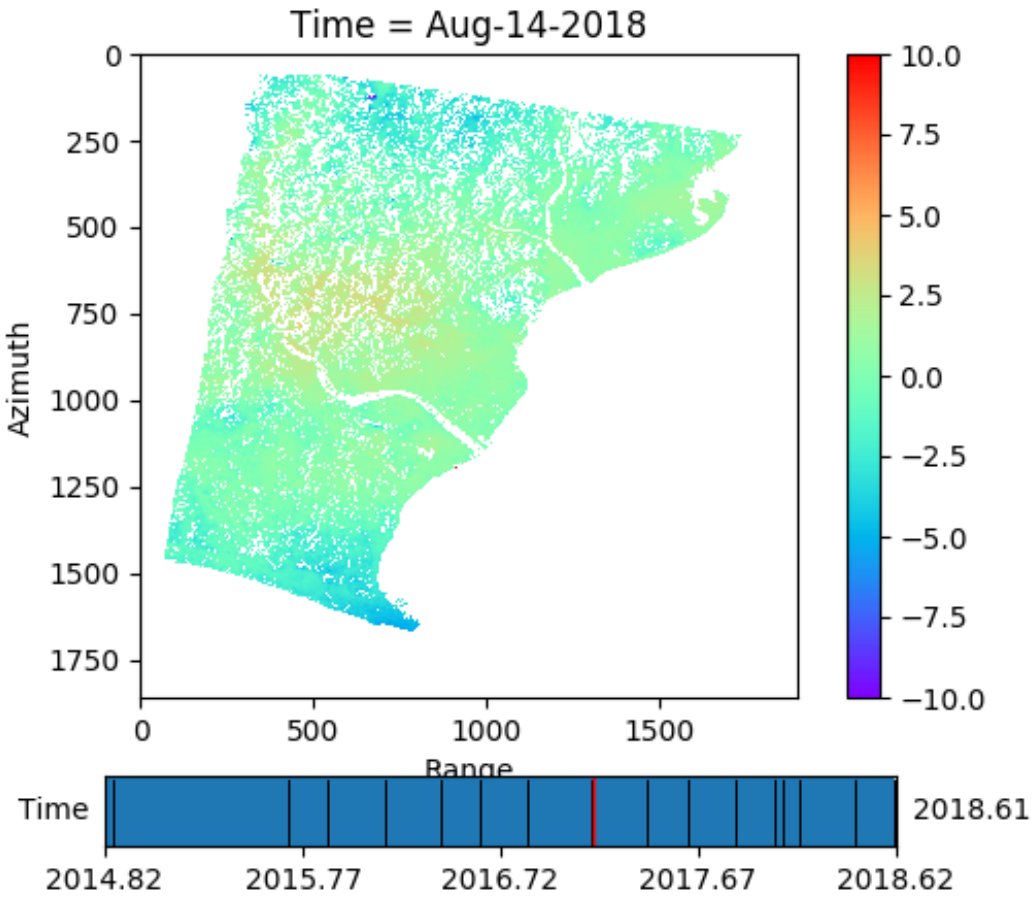
御前崎における累積変位の結果を図１に示す。

これによれば、岬周辺で衛星視線方向伸長、内陸で短縮の変位を検出した。これらの変位分布の傾向はALOS/PALSARのパターンと似た結果が得られた。発表では、解析エリア内のGNSS観測結果との比較についても報告する予定である。

本解析で用いたPALSAR-2データは，ALOS-2/RA-6を通じて提供されたものを使用した。PALSAR−2に関する原初データの所有権はJAXAにある．なお，干渉画像の処理過程においては，国土地理院発行の10mメッシュ（標高）を元にしたDEHMを使用し，地図の描画にはGMTを用いた．関係者各位におかれては，ここに記してお礼申し上げる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ALOS-2/PALSAR-2、干渉SAR時系列解析、地殻変動、南海トラフ
Keywords: ALOS-2/PALSAR-2, TS−InSAR, crustal deformation, Nankai-Trough



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長野県小谷村におけるパイプ歪計観測データを用いたInSAR解析結果の評価

Evaluation of InSAR analysis result using pipe strain gauge data in Otari village, Nagano prefecture, Japan

*清澤 友弥[1]、佐藤 浩[2]
*Tomoya Kiyosawa[1], Hiroshi, P. Sato[2]

1. 日本大学大学院理工学研究科地理学専攻、2. 日本大学文理学部
1. Department of Geography, Graduate School of Science and Technology, Nihon University , 2. College of Humanities and Science, Nihon University

長野県小谷村を対象に、時系列のPALSAR-2データ（観測期間：2014年9月から2018年3月）を使用したInSAR画像を作成し、地すべり性地表変動の検出を試みた。50シーンを超えるInSAR画像を生成したが、その中で干渉性が高く、地すべり性地表変動の検出に利用できたのは4つの画像に過ぎなかった。すなわち、神城断層地震（平成26年11月22日、M6.7）の発生時の画像１つと発生後の画像３つである。画像判読の結果から、小谷村の阿原地区で、地震時と地震後に衛星視線方向に最大でそれぞれ約4.5㎝と約2.5 cm西へ移動する変動が検出された

阿原地区では長野県の地すべり対策事業によりパイプ歪計が設置されている。そこで、歪計のデータを使って画像から検出された変動を評価した。その結果、地表面から深度9mにあるすべり面で、地震時には西向きの変位を示唆する13μSTのひずみが観測された。経験的に、概ね20000μST（地中の変位量で2～3 cm）を超えると計測用電気ケーブルが断線するといわれている。つまり、13μSTは約0.0013 cmの変位に相当すると考えられる。このことから、歪計のデータによって、画像で検出された変動の発生自体が実証されるとともに変動の向きが調和的であった。ただし、画像で検出した変動量のほうが、歪計から計算された変動量よりも、2000倍大きいことがわかった。

地震後は、画像の観測期間が歪計の計測期間と一致していなかったので、地すべり性地表変動は移動土塊内で一様な速度で進行すると仮定し、日平均の変動速度で両者を比較した。画像で検出した変動速度は0.025-0.064cm/dayと計算され、ひずみ量58μSTからは変動速度が0.000083 cm/dayと計算された。画像で検出された変動速度のほうが、歪計から計算された変動速度よりも300～780倍速いことが分かった。この違いは、InSARはLoSに沿った変位を示し、歪計は、地中の変位を示すことに依存すると考えられる。また、地震後よりも地震時のほうが、両者の違いが大きい理由は、地震時の変動が地すべり性地表変動だけでなく地震の地殻変動を含んでいるためと考えられる。

キーワード：PALSAR-2、地すべり、InSAR
Keywords: PALSAR-2, Landslide, InSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS/PALSARの干渉SARを用いたDEM作成とその精度評価
DEM creation using ALOS / PALSAR interferometric SAR and its accuracy evaluation.

*高橋 昂也[1]、島田 政信[1]
*takahashi koya[1], Masanobu Shimada[1]

1. 東京電機大学
1. tokyo denki university

数値標高モデル(Digital Elevation　Model: DEM）は、地表面の地形をデジタル表現したもので、地表面を等間隔の正方形に区切り、正方形の中心点の標高を持たせたデータである。一般的に、植生や建築物、橋などを含めない地球の表面を表現する。DEMは地理情報システムで使われることが多く、コンピュータ上で立体地図を作成する際の基礎データとして使われる。

DEMの作成方法は数種類あり、複数方向から観測した光学写真を組み合わせた視差計測、合成開口レーダの干渉処理、航空機に搭載したレーザを用いて高さを求める航空レーザ測量などあるが、本研究では合成開口レーダ（Synthetic Aperture Radar: SAR）によるDEM作成を行い、関連する誤差について研究する。ALOSに搭載された合成開口レーダを用いてDEMを作成し、国土地理院のDEMと比較する。誤差を計測し、理論値との差を算出して、その有効性などを評価した。

結果として鳩山町比企郡（森林、住宅地、田畑）を対象としてSARによるDEM作成を行ったところ、理論値との差が数センチから数十メートル生じたが、誤差の平均は9.94ｍであったため、本研究を通して、SARによるDEM作成は実用性が十分に見られると考える。

キーワード：SAR、数値標高モデル（DEM)
Keywords: SAR, Digital Elevation Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR時系列解析による日本全国の地盤変動監視に向けた取り組み
Approach to monitoring ground deformation using InSAR time series analysis all over Japan

*林 京之介[1]、山下 達也[1]、桑原 將旗[1]、本田 昌樹[1]、酒井 和紀[1]、宗包 浩志[1]、小林 知勝[1]
*Kyonosuke Hayahsi[1], Tatsuya Yamashita[1], Masaki Kuwahara[1], Masaki Honda[1], Kazuki Sakai[1], Hiroshi Munekane[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

国土地理院では、陸域観測技術衛星「だいち2号（ALOS-2）」のデータを使用した2パス法によるSAR干渉解析を実施し、日本全国の地盤変動を監視している。2パス法とは、2回の観測で得られたレーダー画像に対して干渉処理を行い、衛星軌道データから求めた軌道縞と数値標高データ（DEM）から求めた地形縞を除去することで、2回の観測の間で発生した地盤変動を抽出する手法である。2パス法によるSAR干渉解析では、対流圏擾乱、電離圏擾乱、地表面の散乱状態の変化（植生など）による誤差が含まれることがあり、誤差よりも小さい微小な地盤変動を検出する妨げとなっている。対流圏擾乱及び電離圏擾乱については、それぞれ数値気象データを用いた波線追跡法（小林ほか2014）、Split-Spectrum法（Gomba et al., 2016）によって低減可能であるが、2回の観測の間で生じた変動量が数cm以下の変動を検出することは困難である。

近年では、2パス法に代わり複数枚の画像を統計的に処理することによって計測精度を高める干渉SAR時系列解析が実施されている。干渉SAR時系列解析の代表的な手法として、PSI法（Ferretti et al., 2001）とSBAS法（Berardino et al., 2002）が挙げられる。国土地理院では、地盤変動の時間的推移を高精度かつ高分解能で検出することを目的として、PSI法及びSBAS法による干渉SAR時系列解析システム（以下「GSITSA」という。）を開発した（小林ほか、2018）。小林ほか（2018）では、地盤沈下を対象としたSBAS法による干渉SAR時系列解析の結果と該当地域の水準測量のデータを比較し、干渉SAR時系列解析が年間約1cm以下の変動も検出可能であることを示している。干渉SAR時系列解析の変動検出能力は、2パス法よりも優れており、日本全国を対象とした高精度な地盤変動監視を実施する有用な手法になる。特に2020年度打ち上げ予定である先進レーダ衛星（ALOS-4）では観測頻度が5倍に向上し、これらのデータを活用することで、より高精度な地盤変動の検出が可能になると期待される。

こうした背景の下、我々は干渉SAR時系列解析を今後の地盤変動監視に組み込むことを目的とし、GSITSAを用いてPSI法とSBAS法の特性を調査した。本検証では地盤沈下地域として越後平野、津軽平野、火山変動地域として霧島山（硫黄山）、有珠山をそれぞれ対象事例とし、干渉SAR時系列解析を実施した。干渉SAR時系列解析では、2パス法で変動が検出された地域においては同様の変動が検出され、2パス法で検出できなかった年間約1cmの変動も数箇所検出することができた。

本発表では、PSI法とSBAS法の比較結果を紹介し、空間スケールや植生に応じた最適な解析戦略についても議論する予定である。

＊謝辞
本研究で用いたALOS-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて，（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました．原初データの所有権はJAXAにあります．

キーワード：だいち２号(ALOS-2)、SAR、火山活動、地盤変動
Keywords: "DAICHI-2"(ALOS-2), SAR, Volcanic activity, Ground deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-TT45] 合成開口レーダー

コンビーナ:木下 陽平(筑波大学)、森下 遊(国土地理院)、小林 祥子(玉川大学)、阿部 隆博(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

2014年に従来のSAR衛星を大きく凌駕する性能を持った日本のALOS-2及び欧州のSentinel-1が相次いで打ち上げられて約4年間のアーカイブが利用可能となり、すでに長期運用されているTerraSAR-XやCosmo-SkyMedのデータと合わせてSARの利用は益々拡大している。さらなる高性能SAR衛星の打ち上げ計画に加え民間企業によるコンステレーションSAR衛星計画も数多く企画されており、世界的な衛星データのオープン&フリー化の流れも相まって、衛星SARは豊富なデータを背景とした新時代を迎えようとしている。衛星SARに加え、高時間分解能での観測が可能な地上設置型SARや、運用時の機動性に優れるUAV搭載型SARなど、ターゲットや用途・目的に沿った様々な技術が発展し、利用されている。こうした動きは、SARが地球科学を始めとする基礎研究のみならず、防災や森林監視等の実利用の分野でも欠かせないツールとして浸透が進んでいることの証左といえる。本セッションでは、SARに関する基礎研究から実利用まで幅広く成果を募集し、SAR利用の発展に向けた知見の共有・議論を図る。

[STT45-P01] 気象研究所における干渉SAR対流圏遅延補正プログラムの開発（第2報）

*奥山 哲[1]、安藤 忍[1]、新堀 敏基[1] (1.気象研究所)

[STT45-P02] Mitigation of atmospheric delay in InSAR for fair estimate of crustal deformation at Azumayama volcano

*阿部 華菜[1]、小川 佳子[1]、久田 泰広[1]、出村 裕英[1]、小澤 拓[2]、三浦 哲[3]、日下部 玲[1]、荒井 雄大[1] (1.公立大学法人会津大学、2.防災科学技術研究所、3.東北大学大学院理学研究科)

[STT45-P03] 活火山の噴気地帯の干渉SAR解析結果に認められる特異な変位：箱根火山上湯地区の例

*道家 涼介[1]、板寺 一洋[1] (1.神奈川県温泉地学研究所)

[STT45-P04] Detection of Deformation Signals at Mud Volcanoes in Semau Island, Indonesia

*Naufal Setiawan[1]、Masato Furuya[1] (1.Hokkaido University)

[STT45-P05] ALOS-2/PALSAR-2を用いたデブリ氷河の氷河上湖の抽出

杵淵 千香子[2]、*奈良間 千之[1]、山之口 勤[3]、田殿 武雄[4] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.リモート・センシング技術センター、4.宇宙航空研究開発機構)

[STT45-P06] **ALOS-2/PALSAR-2による尾瀬ヶ原の水位変動の観測**

*岩立 渉[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P07] InSAR時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動2

*安藤 忍[1]、小林 昭夫[1] (1.気象研究所 地震津波研究部)

[STT45-P08] 長野県小谷村におけるパイプ歪計観測データを用いたInSAR解析結果の評価

*清澤 友弥[1]、佐藤 浩[2] (1.日本大学大学院理工学研究科地理学専攻、2.日本大学文理学部)

[STT45-P09] ALOS/PALSARの干渉SARを用いたDEM作成とその精度評価

*高橋 昂也[1]、島田 政信[1] (1.東京電機大学)

[STT45-P10] 干渉SAR時系列解析による日本全国の地盤変動監視に向けた取り組み

*林 京之介[1]、山下 達也[1]、桑原 將旗[1]、本田 昌樹[1]、酒井 和紀[1]、宗包 浩志[1]、小林 知勝[1] (1.国土交通省国土地理院)

気象研究所における干渉SAR対流圏遅延補正プログラムの開発（第2報）
Development of InSAR tropospheric phase delay correction system at MRI (2nd report)

*奥山 哲[1]、安藤 忍[1]、新堀 敏基[1]
*Okuyama Satoshi[1], Shinobu Ando[1], Toshiki Shimbori[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

はじめに

SAR差分干渉法は、2枚のSAR画像を用いて、観測間に生じた地表変位の衛星視線方向成分の面的分布を求めるリモートセンシング技術である．しかしながら、その結果にはアンテナーターゲット間に存在する媒質の影響、すなわち電離圏遅延・対流圏遅延が含まれる．このうち対流圏遅延を補正する手法として、遅延誤差を標高の関数として近似する方法が長らく使われてきた（藤原他, 1999）．しかしこの方法は、広範囲な地殻変動の場合には適用することができず、また地形と相関を持つ地殻変動を遅延誤差として誤って補正してしまう恐れがある等の問題がある．これらの問題を解決するため、干渉SARで用いるデータとは独立した数値気象モデルを用いた対流圏遅延補正も複数提案され、その有効性が示されている（例えばHobiger et al., 2008, 小澤・清水, 2010など）．気象研究所は気象庁の開発する各種の気象モデルを利用できる環境を活用して、過去にはJMA-NHMを用いた遅延補正を試み、一定の成果をあげた（安藤他, 2013）．しかし局地大気現象の予報精度を向上させるべく、数値気象モデルも日々改良され高度化が進んでいる．我々はこれら最新の気象庁数値気象モデルを用いた対流圏遅延補正プログラムの開発に着手し、日本測地学会第130回講演会においてその予備解析結果を報告した（奥山他, 2018）．予備解析では天頂遅延量の視線方向投影を用いて補正を行ったが、今回、視線方向の遅延量を直接計算する手法を確立したので報告する．

データと方法

気象データはNuSDaS形式のモデル面解析値を用い、各種モデルを切替えられるよう、可能な限り入力データに依存しないシステムとする．システムは1) 気象データを補間し、SARによる観測時刻の気象データを作成する部分、2) 気象データから各格子点での屈折率を計算する部分および3) 屈折率を積分し、干渉SAR画像の各点について対流圏遅延を計算する部分からなる．このうち、2)は各モデルによって記録されているパラメタが異なるため（局地解析では気圧が記録されているが、過去のメソ解析では無次元気圧であるなど）、モデル毎にプログラムを使い分ける必要がある．屈折率の計算は小澤・清水（2010）による式を用いた．

予備解析との差異

パス125/フレーム660のPALSAR-2データ（2015年1月4日－2015年8月16日）を補正対象、気象庁メソ解析値を気象データとし、天頂遅延量の視線方向投影を用いて補正した場合（A）と、視線方向の遅延量を直接計算した場合（B）を比較した．上で述べたように遅延誤差は標高と相関をもつため、補正後の干渉画像において標高と位相の相関係数を計算した所、A：-0.097・B：-0.047と改善が見られた．なお補正前の干渉画像における標高と位相の相関係数は-0.431である．

（A）と（B）の差分画像は地形に相関をもつが、その比例係数は空間的に変化する．これは（A）が直上の遅延量分布を参照するのに対して（B）はよりニアレンジ側の遅延量分布を参照するためであり、遅延量分布の水平不均質が原因である．（A）と（B）の差の最大値は-2.1rad.であった．

今後の展望

局地解析値・全球解析値等、他モデルへの対応を進める．その上で屈折率の計算式や補間アルゴリズムの差を比較検証する予定である．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

謝辞

本研究で用いたPALSAR-2データはPIXELにおいて共有しているものであり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と東京大学地震研究所との共同研究契約によりJAXAから提供されたものである．PALSAR-2データの所有権はJAXAにある．本研究の一部は、東京大学地震研究所特定共同研究（B）（2018-B-02）で行われた．

キーワード：干渉SAR、大気遅延、気象モデル
Keywords: SAR interferometry, atmospheric delay, numerical weather model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mitigation of atmospheric delay in InSAR for fair estimate of crustal deformation at Azumayama volcano

*阿部 華菜[1]、小川 佳子[1]、久田 泰広[1]、出村 裕英[1]、小澤 拓[2]、三浦 哲[3]、日下部 玲[1]、荒井 雄大[1]
*Kana Abe[1], Yoshiko Ogawa[1], Yasuhiro Hisada[1], Hirohide Demura[1], Taku Ozawa[2], Satoshi Miura[3], Akira Kusakabe[1], Takehiro Arai[1]

1. 公立大学法人会津大学、2. 防災科学技術研究所、3. 東北大学大学院理学研究科
1. The University of Aizu, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Graduate School of Science, Tohoku University

Azumayama volcano is one of the five active volcanoes in Fukushima prefecture which is now issued volcanic alert level 2. Since 2014 winter, the volcano had/has been issued the level 1 and 2 repeatedly according to the situation. It is the most active volcano in the Fukushima pref. We have been working to clarify time-series of crustal deformation at Azumayama volcano.

Abe et al. [2017, JpGU] conducted InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) analysis using ALOS2 (Advanced Land Observing Satellite 2)/PALSAR2 (Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar-2) data and estimated crustal deformation around Azumayama volcano . However, some of the results showed subsidence at the west of Azumayama which would be due to atmospheric delay and ionospheric delay.

In this study, we attempted to correct atmospheric delay and ionospheric delay in InSAR analysis using three numerical weather models: MSM (MesoScale Model), LFM (Local Forecast model) and WRF (Weather Research and Forecasting). WRF is created by using MSM data to improve resolution of time. Then we tried to estimate the amount of crustal deformation more precisely from 2014 fall to 2017 fall after applying atmospheric correction. Eight of the ALOS2/PALSAR2 data were used for the InSAR analysis. We evaluated the InSAR results after performing each atmospheric correction based on each numerical model and compare them quantitatively and select suitable weather model among the three.

Artifacts and false fringe in InSAR results seem to be reduced. Comparing InSAR analysis results with the value of GNSS (Global Navigation Satellite System) analysis at ground stations, correction by LFM and WRF showed similar trend better than that by MSM. Numerical weather models with higher resolutions seem effective in correcting atmospheric delay in InSAR. Uplift and subsidence at the Oana crater and subsidence in the western part of Azumayama were detected during 2014 fall - 2015 summer and 2015 summer - 2015 fall, respectively, which reflect actual deformation.

キーワード：吾妻山、地殻変動、火山、合成開口レーダー、数値気象モデル
Keywords: Azumayama, crustal deformation, volcano, SAR, numerical weather model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

活火山の噴気地帯の干渉SAR解析結果に認められる特異な変位：箱根火山上湯地区の例

Unusual displacement observed in InSAR analysis results of fumarolic area of active volcanos: An example of the Kamiyu district in Hakone Volcano

*道家 涼介[1]、板寺 一洋[1]
*Ryosuke Doke[1], Kazuhiro Itadera[1]

1. 神奈川県温泉地学研究所
1. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture

本発表では，箱根火山の上湯地区の噴気域（上湯噴気）を対象としたALOS-2/PALSAR-2データの干渉SAR解析結果に認められた変位の特徴および原因について報告する．

上湯噴気は，箱根火山中央火口丘北側の斜面に位置する噴気域で，2015年に水蒸気噴火を起こした大涌谷の火口付近から北に約500mの地点に位置する．上湯噴気は，2001年に箱根火山で活発な地震活動が発生したのち，2003年頃に新たに確認された噴気域である（辻内ほか，2003）．その内，現在最も活発な噴気活動が認められるE領域と呼ばれる噴気地帯は，2011年の東北地方太平洋沖地震の際に箱根火山において群発地震活動が誘発された後（Yukutake et al., 2011），活発化が認められた噴気地帯である（原田ほか，2012）．E領域の大きさは，南北約200m，東西約150mである．また，このE領域の放熱量は，7～8MWと推定されている（Mannen et al., 2018）．

箱根火山を対象としたALOS-2/PALSAR-2による観測は，主に4つの軌道で繰り返し実施されており，各軌道とも概ね数ヶ月に一回の頻度で実施されている．2014年10月以降，2018年末時点において，南行軌道・右観測のPath18で22シーン，Path19で15シーン，北行軌道・右観測のPath125，126でそれぞれ11シーンずつのデータが得られている．本研究では，これらのデータ全てについて直近の干渉ペアとの間で差分干渉解析を実施し，上湯E噴気における地表面の変位を明らかにした．

噴気地の外側の任意の地点を不動と仮定し，上湯噴気の変位を推定したところ，E領域において，東側上空からの観測（Path18，19）では，約4年間で3～5cm程度衛星に近づく変位が認められた．また，西側上空からの観測（Path 125，126）では，同期間で10～13cm程度衛星から遠ざかる変位が認められた．このことから，長期的には，E領域が北東方向に定常的に変位していることが示唆され，それはE領域の傾斜方向とも合致することから，地すべり性の変位が生じているものと言える．

一方，東側上空から観測されたPath18，19の解析結果では，夏季に衛星に近づき，冬季には衛星から遠ざかる年周変化が認められる．西側上空から観測されたPath125，126ではこのような年周変化は認められないが，そもそもこれらのPathでは夏季の観測が少なく，実際の年周変化の有無は判断できない．この年周変化の原因については，地上付近の水蒸気量が噴気地外では季節変化するのに対し，噴気地内では年間を通してほぼ飽和状態にあると考えられることから，そのコントラストが夏季と冬季とで異なることが影響している可能性が挙げられる．加えて，噴気地は裸地に近い状態のため周囲の森林よりも表面散乱が卓越することから，夏季と冬季における土壌水分量の差も影響している可能性も考えられる．その他にものいくつかの要因が考えられるが，今後検討を進め，噴気地帯における地すべり運動を正確に評価することに加え，噴気そのものの活動評価にも繋げていく予定である．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本研究で使用したALOS-2/PALSAR-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループを通してJAXAよりご提供頂きました．原初データの所有権はJAXAにあります．ここに記して感謝します．

キーワード：干渉SAR、活火山、噴気地帯、箱根火山
Keywords: InSAR, active volcano, fumarolic area, Hakone Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of Deformation Signals at Mud Volcanoes in Semau Island, Indonesia

*Naufal Setiawan[1], Masato Furuya[1]

1. Hokkaido University

Mud volcanoes are associated with fluid and solid material vertical extrusion from its source layer (mud reservoir). The size and shape of the mud volcanoes throughout the world are diverse. Furthermore, the reason behind this event is difference in each region but predominantly occurred at convergent plate margins. To date, the most mud extrusion known is in the Mediterranian Sea and Tethyan belt (including Azerbaijan, south Greece, Iran, and Turkmenistan).

Semau Island, located in Timor area of Indonesia, is one of the islands where the northern margin of Australian continental plate meets Banda sea plate. Previous geologic map identified Semau island hosted six mud volcanoes with no description in its size [Barber, et al. 1986], and some of them erupt only mud, whereas others produce mud with an admixture of liquid hydrocarbons [Kholodov. 2002].

In order to detect any possible deformation signals in the mud volcanoes in this region, we applied InSAR method. Twenty four (24) ascending images and ten (10) descending images of ALOS/PALSAR data spanning from 2006 to 2011 were acquired. Because our research area is not covered by single observation image, we concatenate the consecutive frame number. To enhance the processing step in GAMMA software, the oceanic areas and some part of other islands that not our interest were cropped to focus on Semau Island. Interferograms of ALOS/PALSAR dataset were consist of eleven (11) ascending pairs and four (4) descending pairs. Then, using AW3D30 DEM data we tried to remove topographic fringe. During the processing, images were multi-looked in range and azimuth by 2 and 6 respectively. While the oversampling in the azimuth direction can be avoided due to the effect of azimuth slope is limited, range oversampling by a factor of two is needed for good quality of interferogram. This procedure is to avoid uncorrelated contributions that arise in the spectral cross-correlation from interferogram generation. Finally, we applied low order polynomial to mitigate the effects of long wavelength phase trends in our interferograms.

The deformation signal is hardly detected in the majority of the data pairs, due to the unwrapping errors in some pairs and also probably due to the small size of mud volcanoes. Despite low coherence in the possible mud extrusion source, in two image pairs, we detected the possible signal from the mud volcano area that is identical to the location described from the previous geologic map. However, since the geologic map from the previous study was derived from aerial photograph interpretation and the signal detection is in slope area, further research is needed to confirm if it is related to active mud volcanism or simply a landslide signal.

Keywords: Mud volcanoes, InSAR, Landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2/PALSAR-2を用いたデブリ氷河の氷河上湖の抽出
Extraction of supraglacial lakes on debris-covered glacier using ALOS-2/PALSAR-2

杵淵 千香子[2]、*奈良間 千之[1]、山之口 勤[3]、田殿 武雄[4]
Chikako Kinefuchi[2], *Chiyuki Narama[1], Tsutomu Yamanokuchi[3], Takeo Tadono[4]

1. 新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2. 新潟大学大学院自然科学研究科、3. リモート・センシング技術センター、4. 宇宙航空研究開発機構
1. Niigata University, Program of Field Research in the Environmental Sciences, 2. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 3. RESTEC, 4. JAXA

ヒマラヤ東部地域（ネパール東部とブータン）では，近年，巨大な氷河湖を持たないデブリ氷河（岩屑に覆われた巨大な谷氷河）からの出水による大規模な洪水が生じ，下流域の住民の脅威になっている．これら洪水は，デブリ氷河上に発達する小規模な氷河上湖や氷河内水路に貯まった水が氷河内水路の開放により出水が生じたと考えられている（Komori et al., 2012; Miles et al., 2018）．衛星画像によるモニタリング手法で急激な氷河上湖の拡大を監視できればよいが，夏季のヒマラヤ地域はモンスーンの雲で覆われているため，光学衛星の可視画像を用いた監視は難しい．雲を透過して地上の湖面データを取得できる衛星データとしてマイクロ波データがある．ヒマラヤ地域では夏季に毎月1回データが取得されており，モンスーン期の氷河上湖をモニタリングに適している．しかし，デブリ氷河の氷河上湖の後方散乱係数は，氷河表面の起伏の影響で値が一様でなく，氷壁や陥没している地形でも後方散乱が小さくなるなど問題がある．そこで，本研究では，ALOS-2/PALSAR-2のマイクロ波データを用いて，デブリ氷河上の後方散乱係数に影響を及ぼす要因を除外し，デブリ氷河の氷河上湖を抽出した．

ゴジュンバ氷河で同時期に撮影されたSentinel-2とALOS-2 /PALSAR-2から抽出した氷河上湖の比較をおこなった結果，起伏量の小さいA区間と起伏量の大きいB～F区間で氷河上湖の後方散乱係数が異なっていた．末端部の氷河上湖の後方散乱係数は小さいが，中流部では値にばらつきがみられた．A区間には大規模な湖が発達し，起伏量の大きいB～F区間には小規模な湖が多数発達しており，数と面積の抽出の割合は末端で高い結果であった．

キーワード：氷河上湖、デブリ氷河、ALOS-2/PALSAR-2、起伏量
Keywords: supraglacial lake, debris-covered glacier, ALOS-2/PALSAR-2, relief amount

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS-2/PALSAR-2による尾瀬ヶ原の水位変動の観測
Observation of the water level fluctuation at Ozegahara by ALOS-2/PALSAR-2

*岩立 渉[1]、島田 政信[1]
*Wataru Iwatate[1], Masanobu Shimada[1]

1. 東京電機大学
1. Tokyo Denki University

干渉SARは、地表の対象物からのレーダー反射波の強度に加えて、反射波の位相を得ることができる。この位相にはアンテナから地表までの距離の情報が含まれており、アンテナと地表の間の距離（実際には往復するため2倍）を電波の波長で割ったときの端数が求められる。ただしこのままでは、整数分まで含んだ波数の全体ではなく端数分しか解らないため、地表の同一の場所に対して2回のSAR観測を実施する。それらを干渉させて差をとることによりわずかな距離差の情報を利用することが可能になる。通常のレーダー技術のみで距離を測定する場合、その精度が数m程度なのに対し、干渉SARではcmレベルでの測定が可能である。この干渉SAR技術を使うと地震や火山噴火に伴う地球表面の変動を目で見える形でとらえることができる。これは人工衛星から照射されたマイクロ波が地表面に反射され衛星に返ってくることが前提である。川や海、湖といった水面では波により常に動いているため、反射面が一定ではない場所での測定は困難となる。しかし、水面から草や葦が生えている湿地帯などでは、水面に反射されたレーダーが草や葦にもう一度反射し衛星に返ってくる可能性がある。

そこで本研究では、水面でも観測できる可能性を検証することを研究課題として定めた。対象地は湿地帯で、中でも本州最大規模の尾瀬ヶ原を研究対象にした。この尾瀬ヶ原は尾瀬国立公園内にあり、福島県及び栃木県、群馬県新潟県の県境に位置し、2,000m級の山岳地帯から構成されている。観測データはJAXAのだいち２号（ALOS2）に搭載されたPALSAR-２の2014年9月から2018年5月の期間を用いて研究を行った。尾瀬ヶ原は水位が低下していると言われているため、干渉SAR技術を用いて得られた数値が低下を表していれば水面でも観測できる可能性を検証できたと考えられる。実際に平均で約-6.6cmの数値を得た。その他降水量などの比較も行い、水位低下を図ることができたことから湿地帯での水位観測が可能であると示すことができた。

今後の発展としては、可能性から精度という面で検証を行っていくことが考えられる。その方法として、現地でのGPS設置や水位標による観測が挙げられる。

キーワード：干渉SAR、ALOS-2、PALSAR-2
Keywords: Interferometry, ALOS-2, PALSAR-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

InSAR時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動2

The steady crustal deformation around the Omaezaki, Sionomisaki, Muroto and Ashizuri, using InSAR time-series analysis 2

*安藤 忍[1]、小林 昭夫[1]
*Shinobu Ando[1], Akio Kobayashi[1]

1. 気象研究所 地震津波研究部
1. Seismology and Tsunami Research Department, Meteorological Research Institute

気象研究所では、プレート境界におけるスロースリップ、プレスリップなど固着状態の変化を検出するための手法の高度化の手段として、衛星SARデータを用いた面的な地殻変動検出に取り組んでいる。特に、近い将来の発生が懸念されている南海トラフの大規模地震に着目し、プレートの沈み込み域に近く固着状態の変化を受けやすい東海から四国にかけての岬付近を対象として解析を行った。

筆者らはALOS/PALSAR（運用期間：2006年から2011年）データを使った時系列解析により、岬付近の定常的な変動速度を計算し、同期間のGNSSデータと概ね相関が得られることを確認した（安藤ほか, 2018）。本報告では、その後ALOS−2/PALSAR−2（運用期間：2014年～）のアーカイブデータが蓄積されてきたことから、これらのデータについて時系列解析を行い、岬付近の定常的な地殻変動の検出を試みた。なお、今回の解析には、予めRINC（Ozawa et al., 2016）用いて各ペアの干渉画像を作成し、その後にGIAnT (Agram et al., 2011)を用いたSBAS法による時系列解析を行った。

解析に使用した各地域のデータは以下のとおりで、アーカイブの存在する全データ使用を原則としたが、得られた解析結果をチェックした上で明らかにエラーと考えるデータについては除外し、再計算を行った。

御前崎：パス19(18シーン) およびパス126(11シーン)、

潮岬　：パス20(16シーン) およびパス128(11シーン)、

室戸岬：パス21(14シーン) およびパス128(10シーン)、

足摺岬：パス22(14シーン) およびパス129(10シーン)。

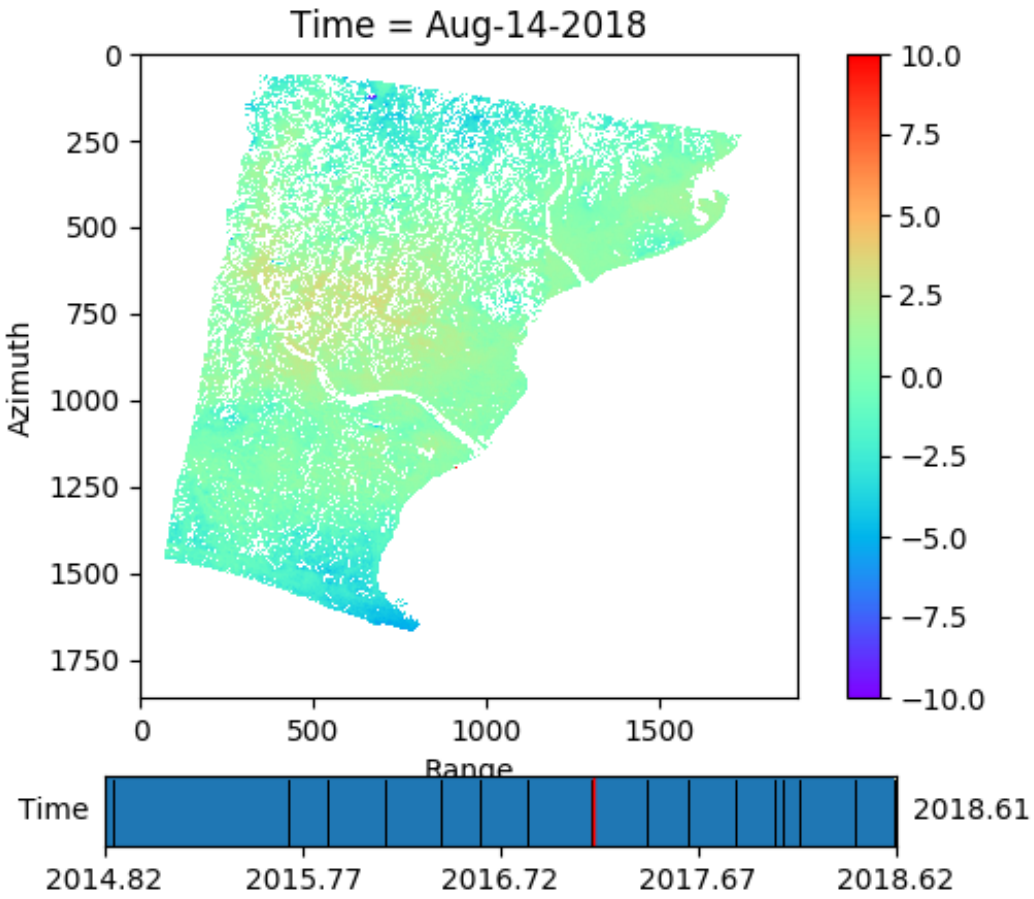
御前崎における累積変位の結果を図１に示す。

これによれば、岬周辺で衛星視線方向伸長、内陸で短縮の変位を検出した。これらの変位分布の傾向はALOS/PALSARのパターンと似た結果が得られた。発表では、解析エリア内のGNSS観測結果との比較についても報告する予定である。

本解析で用いたPALSAR-2データは，ALOS-2/RA-6を通じて提供されたものを使用した。PALSAR−2に関する原初データの所有権はJAXAにある．なお，干渉画像の処理過程においては，国土地理院発行の10mメッシュ（標高）を元にしたDEHMを使用し，地図の描画にはGMTを用いた．関係者各位におかれては，ここに記してお礼申し上げる．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ALOS-2/PALSAR-2、干渉SAR時系列解析、地殻変動、南海トラフ
Keywords: ALOS-2/PALSAR-2, TS−InSAR, crustal deformation, Nankai-Trough



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長野県小谷村におけるパイプ歪計観測データを用いたInSAR解析結果の評価

Evaluation of InSAR analysis result using pipe strain gauge data in Otari village, Nagano prefecture, Japan

*清澤 友弥[1]、佐藤 浩[2]
*Tomoya Kiyosawa[1], Hiroshi, P. Sato[2]

1. 日本大学大学院理工学研究科地理学専攻、2. 日本大学文理学部
1. Department of Geography, Graduate School of Science and Technology, Nihon University , 2. College of Humanities and Science, Nihon University

長野県小谷村を対象に、時系列のPALSAR-2データ（観測期間：2014年9月から2018年3月）を使用したInSAR画像を作成し、地すべり性地表変動の検出を試みた。50シーンを超えるInSAR画像を生成したが、その中で干渉性が高く、地すべり性地表変動の検出に利用できたのは4つの画像に過ぎなかった。すなわち、神城断層地震（平成26年11月22日、M6.7）の発生時の画像１つと発生後の画像３つである。画像判読の結果から、小谷村の阿原地区で、地震時と地震後に衛星視線方向に最大でそれぞれ約4.5㎝と約2.5 cm西へ移動する変動が検出された

阿原地区では長野県の地すべり対策事業によりパイプ歪計が設置されている。そこで、歪計のデータを使って画像から検出された変動を評価した。その結果、地表面から深度9mにあるすべり面で、地震時には西向きの変位を示唆する13μSTのひずみが観測された。経験的に、概ね20000μST（地中の変位量で2～3 cm）を超えると計測用電気ケーブルが断線するといわれている。つまり、13μSTは約0.0013 cmの変位に相当すると考えられる。このことから、歪計のデータによって、画像で検出された変動の発生自体が実証されるとともに変動の向きが調和的であった。ただし、画像で検出した変動量のほうが、歪計から計算された変動量よりも、2000倍大きいことがわかった。

地震後は、画像の観測期間が歪計の計測期間と一致していなかったので、地すべり性地表変動は移動土塊内で一様な速度で進行すると仮定し、日平均の変動速度で両者を比較した。画像で検出した変動速度は0.025-0.064cm/dayと計算され、ひずみ量58μSTからは変動速度が0.000083 cm/dayと計算された。画像で検出された変動速度のほうが、歪計から計算された変動速度よりも300～780倍速いことが分かった。この違いは、InSARはLoSに沿った変位を示し、歪計は、地中の変位を示すことに依存すると考えられる。また、地震後よりも地震時のほうが、両者の違いが大きい理由は、地震時の変動が地すべり性地表変動だけでなく地震の地殻変動を含んでいるためと考えられる。

キーワード：PALSAR-2、地すべり、InSAR
Keywords: PALSAR-2, Landslide, InSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ALOS/PALSARの干渉SARを用いたDEM作成とその精度評価
DEM creation using ALOS / PALSAR interferometric SAR and its accuracy evaluation.

*高橋 昂也[1]、島田 政信[1]
*takahashi koya[1], Masanobu Shimada[1]

1. 東京電機大学
1. tokyo denki university

数値標高モデル(Digital Elevation　Model: DEM）は、地表面の地形をデジタル表現したもので、地表面を等間隔の正方形に区切り、正方形の中心点の標高を持たせたデータである。一般的に、植生や建築物、橋などを含めない地球の表面を表現する。DEMは地理情報システムで使われることが多く、コンピュータ上で立体地図を作成する際の基礎データとして使われる。

DEMの作成方法は数種類あり、複数方向から観測した光学写真を組み合わせた視差計測、合成開口レーダの干渉処理、航空機に搭載したレーザを用いて高さを求める航空レーザ測量などあるが、本研究では合成開口レーダ（Synthetic Aperture Radar: SAR）によるDEM作成を行い、関連する誤差について研究する。ALOSに搭載された合成開口レーダを用いてDEMを作成し、国土地理院のDEMと比較する。誤差を計測し、理論値との差を算出して、その有効性などを評価した。

結果として鳩山町比企郡（森林、住宅地、田畑）を対象としてSARによるDEM作成を行ったところ、理論値との差が数センチから数十メートル生じたが、誤差の平均は9.94ｍであったため、本研究を通して、SARによるDEM作成は実用性が十分に見られると考える。

キーワード：SAR、数値標高モデル（DEM)
Keywords: SAR, Digital Elevation Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

干渉SAR時系列解析による日本全国の地盤変動監視に向けた取り組み
Approach to monitoring ground deformation using InSAR time series analysis all over Japan

*林 京之介[1]、山下 達也[1]、桑原 將旗[1]、本田 昌樹[1]、酒井 和紀[1]、宗包 浩志[1]、小林 知勝[1]
*Kyonosuke Hayahsi[1], Tatsuya Yamashita[1], Masaki Kuwahara[1], Masaki Honda[1], Kazuki Sakai[1], Hiroshi Munekane[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

国土地理院では、陸域観測技術衛星「だいち2号（ALOS-2）」のデータを使用した2パス法によるSAR干渉解析を実施し、日本全国の地盤変動を監視している。2パス法とは、2回の観測で得られたレーダー画像に対して干渉処理を行い、衛星軌道データから求めた軌道縞と数値標高データ（DEM）から求めた地形縞を除去することで、2回の観測の間で発生した地盤変動を抽出する手法である。2パス法によるSAR干渉解析では、対流圏擾乱、電離圏擾乱、地表面の散乱状態の変化（植生など）による誤差が含まれることがあり、誤差よりも小さい微小な地盤変動を検出する妨げとなっている。対流圏擾乱及び電離圏擾乱については、それぞれ数値気象データを用いた波線追跡法（小林ほか2014）、Split-Spectrum法（Gomba et al., 2016）によって低減可能であるが、2回の観測の間で生じた変動量が数cm以下の変動を検出することは困難である。

近年では、2パス法に代わり複数枚の画像を統計的に処理することによって計測精度を高める干渉SAR時系列解析が実施されている。干渉SAR時系列解析の代表的な手法として、PSI法（Ferretti et al., 2001）とSBAS法（Berardino et al., 2002）が挙げられる。国土地理院では、地盤変動の時間的推移を高精度かつ高分解能で検出することを目的として、PSI法及びSBAS法による干渉SAR時系列解析システム（以下「GSITSA」という。）を開発した（小林ほか、2018）。小林ほか（2018）では、地盤沈下を対象としたSBAS法による干渉SAR時系列解析の結果と該当地域の水準測量のデータを比較し、干渉SAR時系列解析が年間約1cm以下の変動も検出可能であることを示している。干渉SAR時系列解析の変動検出能力は、2パス法よりも優れており、日本全国を対象とした高精度な地盤変動監視を実施する有用な手法になる。特に2020年度打ち上げ予定である先進レーダ衛星（ALOS-4）では観測頻度が5倍に向上し、これらのデータを活用することで、より高精度な地盤変動の検出が可能になると期待される。

こうした背景の下、我々は干渉SAR時系列解析を今後の地盤変動監視に組み込むことを目的とし、GSITSAを用いてPSI法とSBAS法の特性を調査した。本検証では地盤沈下地域として越後平野、津軽平野、火山変動地域として霧島山（硫黄山）、有珠山をそれぞれ対象事例とし、干渉SAR時系列解析を実施した。干渉SAR時系列解析では、2パス法で変動が検出された地域においては同様の変動が検出され、2パス法で検出できなかった年間約1cmの変動も数箇所検出することができた。

本発表では、PSI法とSBAS法の比較結果を紹介し、空間スケールや植生に応じた最適な解析戦略についても議論する予定である。

＊謝辞
本研究で用いたALOS-2データは，火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて，（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました．原初データの所有権はJAXAにあります．

キーワード：だいち２号(ALOS-2)、SAR、火山活動、地盤変動
Keywords: "DAICHI-2"(ALOS-2), SAR, Volcanic activity, Ground deformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-TT46] 最先端ベイズ統計学が拓く地震ビッグデータ解析

コンビーナ:長尾 大道(東京大学地震研究所)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、前田 拓人(弘前大学大学院理工学研究科)、矢野 恵佑(東京大学)、座長:吉光 奈奈(東京大学地震研究所)、松田 孟留(東京大学大学院情報理工学系研究科)

近年，従来の定常地震観測点に加え，臨時の高密度稠密地震観測網や建物・ライフライン・スマートフォン等が持つ振動計を利活用した次世代の地震ビッグデータベースが構築されつつある。しかし，これらの多種多様な地震データを包括的に解析する方法やアルゴリズムは未整備のままであり，地震防災・減災や地震現象の解明に最大限に活かすためにも，超大容量の地震データ向けに最適化された解析手法の開発に着手することが極めて重要である。一方，近年のベイズ統計学の進展は著しく，機械学習，特に深層学習に代表される，あらゆるビッグデータ解析手法の数理基盤となっており，地震データ解析への応用展開にも大きな期待が寄せられている。
本セッションでは，地震ビッグデータ解析に焦点を当てた講演を募集する。特に，機械学習・スパースモデリング・データ同化等のベイズ統計学を活かした解析手法開発，およびそれらの地震データへの応用研究を中心に，地震データ解析に資する数理科学・統計学の理論的研究や，将来的な実データ応用を目指す解析アルゴリズムのフィージビリティスタディ，さらには地震ビッグデータやその解析結果の現状に関する講演等を幅広く歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[STT46-01] A bad inversion result suggests bad modeling: 悪いインバージョン結果には理由がある

★招待講演

*深畑 幸俊[1]、八木 勇治[2] (1.京都大学防災研究所、2.筑波大学生命環境系)

14:00 ~ 14:15

[STT46-02] 稠密地震観測網における地震波動場の推定：MeSO-netにおける最適化

*椎名 高裕[1]、前田 拓人[2]、加納 将行[3]、加藤 愛太郎[1]、平田 直[1] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学大学院理工学研究科、3.東北大学理学研究科)

14:15 ~ 14:30

[STT46-03] Uncertainty quantification based on 4DVar data assimilation for massive simulation models

*伊藤 伸一[1]、加納 将行[2]、長尾 大道[1] (1.東京大学、2.東北大学)

14:30 ~ 14:45

[STT46-04] ベイズ統計を用いた余震活動のモデリングと確率予測

★招待講演

*近江 崇宏[1] (1.東京大学生産技術研究所)

14:45 ~ 15:00

[STT46-05] **Bias Correction for the Distribution of Aftershocks Within Short-Term Period Immediately After Large Main Shock**

*森川 耕輔[1]、長尾 大道[2]、伊藤 伸一[2]、酒井 慎一[2]、平田 直[2] (1.大阪大学、2.東京大学地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[STT46-06] Deep-learning-based Earthquake Detection for Continuous Seismic Network Records

*矢野 恵佑[1]、椎名 高裕[2]、倉田 澄人[1]、加藤 愛太郎[2]、駒木 文保[1]、酒井 慎一[2]、平田 直[2] (1.東京大学情報理工学研究科、2.東京大学地震研究所)

A bad inversion result suggests bad modeling: 悪いインバージョン結果には理由がある
A bad inversion result suggests bad modeling

*深畑 幸俊[1]、八木 勇治[2]
*Yukitoshi Fukahata[1], Yuji Yagi[2]

1. 京都大学防災研究所、2. 筑波大学生命環境系
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

インバージョン解析をすると、何らかの結果が得られるものの、それが自分の抱いていたイメージや期待にそぐわないことは珍しくない。例えば、地震の滑り分布インバージョンの場合、典型的には、推定された滑り分布が過度に暴れていたり、一部領域で全体とは逆向きに滑っていたり（負の滑り）といったことが起こる。そういう場合に、見栄えの良い結果を得るために、しばしば滑らかさの程度（smoothing parameter）を結果を見つつ調整したり、非負の条件を課したりなどといったことがなされる。しかし、滑らかさの程度はABIC（赤池のベイズ情報量規準）などを用いて本来統計的かつ客観的に定められるべきであり、非負の条件は（物理的に合理的と多くの人が考えているが）不偏推定の原則から逸脱することに注意すべきである。

インバージョン解析では通常、モデル化に問題があれば、おかしな結果が得られると考えられる。そして逆に、おかしな結果が得られたならば、それはモデル化に何らかの問題があることを疑うべきである。

本講演では、既存の方法ではおかしな結果が得られた問題に対し、モデル化の各種過程を見直すことにより、その問題を解決したいくつかの例を示す。このような営みを積み重ねていくことにより、地球物理学のより正しい理解に到達していくことができるだろう。

キーワード：インバージョン解析、ABIC、地震すべり分布
Keywords: Inversion analysis, ABIC, slip distribution of earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

稠密地震観測網における地震波動場の推定：MeSO-netにおける最適化
A seismic wavefield estimation in a dense seismograph network: An optimization for the MeSO-net

*椎名 高裕[1]、前田 拓人[2]、加納 将行[3]、加藤 愛太郎[1]、平田 直[1]
*Takahiro Shiina[1], Takuto Maeda[2], Masayuki Kano[3], Aitaro Kato[1], Naoshi Hirata[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 弘前大学大学院理工学研究科、3. 東北大学理学研究科
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 3. Graduate school of science, Tohoku University

MeSO-net（首都圏地震観測網：Metropolitan Seismic Observation network）は首都圏を中心に展開された非常に稠密な地震観測網であり，その観測点間隔は平均で5 km程度，最も密な地域で2 km程度となる[笠原・他, 2009，酒井・平田, 2009]．近年，このような稠密観測網で得られる観測波形記録から地震波動場そのものを再構築する試みが世界各地で進められている[e.g., Langston, 2007; Kano et al., 2017]．Kano et al [2017]では数値モデリングをベースにした手法により，MeSO-netにおいて1.0 Hz程度までの高精度地震波動場推定を実現した．彼らの手法では周辺の構造や震源位置も同時に推定することができる．一方で，観測記録からより直接的に波動場を推定する手法としてSeismic Wave Gradiometry法（SWG法）が知られている[e.g., Langston, 2007; Maeda et al., 2016]．SWG法は計算コストが少なく，震源や不均質構造の仮定を必要としない．このため，地震波動場の即時把握や明確な励起源を持たない地動現象の抽出等への応用が期待される．

SWG法[Maeda et al., 2016]は，観測網内の任意点における波形振幅とその空間勾配を，取り囲む観測点で得られる観測振幅から重み付き最小二乗法によって推定する．このとき決定される「重み」（空間補間係数）は任意点から観測点までの距離によりのみ決まる．一方，観測点密度が場所により大きく異なるMeSO-netでは，最適な空間補間係数の分布がSWG推定を行う点の場所により変化することが予想される．そこで本研究では，MeSO-netを最大限活用した波動場推定を行う上で最適な空間補間係数の分布を数値実験により調べた．

任意点および仮想観測点における波形は有限差分法（OpenSWPC [Maeda et al., 2017]）を用いて計算し，0.1-0.2 Hzのバンドでフィルターをかけた．なお，仮想観測点の配置は現実のMeSO-netの観測点分布と同じである．空間補間係数の分布は，最小二乗法の際に課す重みを変化させることで探索した．ここで重み関数として2次元ガウス分布を仮定した．したがって，2軸の標準偏差（長軸と短軸の探索距離），および短軸の回転角（北から時計周り）をグリッドサーチにより求めた．なお，本研究ではSWG法により推定される合成波形が，計算波形との3成分相互相関係数を最大とするように重み関数を探索した．

本研究では，30°毎に配置した12の仮想震源それぞれに対して相互相関係数の計算を行い，その総和が最も大きくなる重み関数を探索した．これは，どのような方向から入射する地震波に対しても波動場を平均的に良く再現することのできる空間補間係数を求めることに対応する．ここで，仮想震源の深さは10 kmとし，MeSO-net中心部からの距離は150 kmとした．また，それぞれの仮想震源に対してMeSO-net中心方向に腹を持つ逆断層タイプのメカニズム解を仮定した．得られた重み関数はMeSO-net中心部で等方的で観測点探索距離が小さくなる．一方，周辺部では探索距離が大きな楕円形状を示す．これはMeSO-netの観測点密度や配置を反映していると考えられる．また，最適化を行うことで，等方的な1つの重み関数を与える従来法に比べて，再現性を維持したまま波動場推定範囲を拡大できることを確認した．さらに，特定の到来方向に対して重み関数の最適化を行い，波動場推定の更なる高精度化・広範囲化が可能なことがわかった．ただし，そのような重み関数を選択するためには，正確な到来方向の推定が必要となる．今後，SWG法で同時に推定される空間勾配やスローネスなどの情報を採り入れ，より高度な波動場推定手法の構築を目指す．

キーワード：地震波動場、Seismic wave gradiometry、MeSO-net

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Seismic wavefield, Seismic wave gradiometry, MeSO-net

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Uncertainty quantification based on 4DVar data assimilation for massive simulation models

*伊藤 伸一[1]、加納 将行[2]、長尾 大道[1]
*Shin-ichi Ito[1], Masayuki Kano[2], Hiromichi Nagao[1]

1. 東京大学、2. 東北大学
1. The University of Tokyo, 2. Tohoku University

Data assimilation (DA) is a fundamental computational technique that integrates numerical simulation models and observation data on the basis of Bayesian statistics. Originally developed for meteorology, especially weather forecasting, DA is now an accepted technique in various scientific fields. One key issue that remains controversial is the implementation of DA in massive simulation models under the constraints of limited computation time and resources. This work proposes a DA technique based on a four dimensional variational (4DVar) method for massive autonomous models that produces optimum estimates and their uncertainties within reasonable computation time and resource constraints. The uncertainties are given as several elements of an inverse Hessian matrix, which is the covariance matrix of a normal distribution that approximates the target posterior probability density function in the neighborhood of the optimum. The proposed method based on a second-order adjoint method allows us to directly evaluate the elements of the inverse Hessian matrix without computing all of its elements. Some numerical tests assuming a massive simulation model confirm that the proposed method works well and enables us to evaluate the uncertainties of the parameters involved in the assumed model faster than the conventional DA approaches. Such information regarding uncertainty is valuable, as it can be used to optimize the design of experiments.

キーワード：ベイズ統計、データ同化、不確実性評価
Keywords: Bayesian statistics, Data assimilation, Uncertainty quantification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ベイズ統計を用いた余震活動のモデリングと確率予測
Bayesian approach for statistical modeling and forecasting of aftershock activities

*近江 崇宏[1]
*Takahiro Omi[1]

1. 東京大学生産技術研究所
1. Institue of Industrial Science, the University of Tokyo

大きな地震が発生すると、その後におびただしい数の地震、いわゆる余震が起こる。余震は多くの場合、本震（最初の大きな地震）に比べると規模が小さいが、それでも規模な大きな余震は被災地に追加的な被害をもたらすことが多く、できるだけ早い段階から、余震活動の特徴を捉え、今後の活動の推移を予測することが防災上重要である。地震学における余震活動のモデリングについての歴史は古く、余震活動の基本的な予測手法は1990年ごろにはすでに提案されていた。その一方で、現実的に予測を行う上では、この手法だけでは不十分である。例えば、大きな地震が起こるとしばらくの間、観測網の地震検出能力が下がることが知られており、特に初期の余震の多くが観測から漏れてしまうという問題があるが、このようなことは上の手法では考慮されていない。また、比較的短い期間のデータから予測を行う際には、予測の不確定性を適切に評価することも重要である。そこで我々は、実際にリアルタイムに余震活動の確率予測を行うことを念頭におき、観測漏れのあるデータの状態空間法を用いたモデルの開発や、ベイズ型の予測手法の導入を行い、より精度の高い予測手法の開発を行ってきた。また最近では、防災科学技術研究所と共同で、予測システムのリアルタイムでの試験運用も行っている。本講演では我々の手法について簡単に説明を行う予定である。

キーワード：余震活動、確率予測、ベイズ統計
Keywords: aftershock activity, probabilistic forecasting, bayesian statistics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bias Correction for the Distribution of Aftershocks Within Short-Term Period Immediately After Large Main Shock

*森川 耕輔[1]、長尾 大道[2]、伊藤 伸一[2]、酒井 慎一[2]、平田 直[2]
*Kosuke Morikawa[1], Hiromichi Nagao[2], Shin-ichi Ito[2], Shin'ichi Sakai[2], Naoshi Hirata[2]

1. 大阪大学、2. 東京大学地震研究所
1. Osaka University, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

The main shock of a large earthquake often makes it difficult to identify a number of subsequent aftershocks. Knowing the distribution of magnitudes and arrival times of the aftershocks is essential to figure out the characteristics of the sequence of earthquakes, which enables us to predict the frequency of earthquakes depending on space and time. Such the distribution of aftershocks should be estimated within a couple of days eventually since most of the large aftershocks occur within one day from the main shock. However, an exact count of all aftershocks right after a main shock is very hard due to large signal-to-noise ratio, so that an estimated distribution of the aftershocks is usually biased.

An adoption of a likelihood that incorporates models of the detection rate of aftershocks can be a solution to correct the bias, but the simultaneous dependency on both magnitudes and arrival times of the aftershocks makes this difficult. Thus using nonparametric models for the detection rate is unrealistic though misspecification of the model may lead to a severe biased estimator.

In this study, we propose two detection rate models that are individually conditional on the magnitudes and the arrival times. The Generalized Moments of Methods (GMM)-type estimator overcomes the difficulty in estimation due to the imcompletely defined joint distribution. With the use of prior information, the distribution of the aftershocks can be effectively estimated within short-time period.

キーワード：マグニチュード分布、マーク付き点過程、地球科学
Keywords: Magnitude frequency, Marked point process, Geoscience

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deep-learning-based Earthquake Detection for Continuous Seismic Network Records

Deep-learning-based Earthquake Detection for Continuous Seismic Network Records

*矢野 恵佑[1]、椎名 高裕[2]、倉田 澄人[1]、加藤 愛太郎[2]、駒木 文保[1]、酒井 慎一[2]、平田 直[2]
*Keisuke Yano[1], Takahiro Shiina[2], Sumito Kurata[1], Aitaro Kato[2], Fumiyasu Komaki[1], Shin'ichi Sakai[2], Naoshi Hirata[2]

1. 東京大学情報理工学研究科、2. 東京大学地震研究所
1. Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, , 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Over the last decade, continuous seismic data have been enormously acquired on seismic networks consisting of multiple sensors at distributed locations. Analyzing these data efficiently and thoroughly offers substantial benefits to seismology. The first important step in the analysis is earthquake detection, that is, detecting earthquakes in continuous massive datasets.

In this talk, we present a deep-learning-based scheme for earthquake detection from continuous records in a seismic network. We work with a convolutional neural network (CNN), which is one of the most powerful supervised learning techniques, to capture features discriminating between earthquakes and noises. Our scheme has an advantage of utilizing multiple stations in a seismic network to discriminate between earthquakes and noises.

We apply our scheme to continuous data on Metropolitan Seismic Observation network (MeSO-net) from September 4, 2011 to September 16, 2011. We show our scheme improves on CNNs based on few stations especially in preventing mis-detection. In addition, the trained network in the last fully connected layer has quasi-sparsity, by which we identify features important for CNN to recognize earthquakes.

キーワード：地震学、深層学習
Keywords: Seismology, Deep learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[S-TT46] 最先端ベイズ統計学が拓く地震ビッグデータ解析

コンビーナ:長尾 大道(東京大学地震研究所)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、前田 拓人(弘前大学大学院理工学研究科)、矢野 恵佑(東京大学)

近年，従来の定常地震観測点に加え，臨時の高密度稠密地震観測網や建物・ライフライン・スマートフォン等が持つ振動計を利活用した次世代の地震ビッグデータベースが構築されつつある。しかし，これらの多種多様な地震データを包括的に解析する方法やアルゴリズムは未整備のままであり，地震防災・減災や地震現象の解明に最大限に活かすためにも，超大容量の地震データ向けに最適化された解析手法の開発に着手することが極めて重要である。一方，近年のベイズ統計学の進展は著しく，機械学習，特に深層学習に代表される，あらゆるビッグデータ解析手法の数理基盤となっており，地震データ解析への応用展開にも大きな期待が寄せられている。
本セッションでは，地震ビッグデータ解析に焦点を当てた講演を募集する。特に，機械学習・スパースモデリング・データ同化等のベイズ統計学を活かした解析手法開発，およびそれらの地震データへの応用研究を中心に，地震データ解析に資する数理科学・統計学の理論的研究や，将来的な実データ応用を目指す解析アルゴリズムのフィージビリティスタディ，さらには地震ビッグデータやその解析結果の現状に関する講演等を幅広く歓迎する。

[STT46-P01] 深層学習を用いたP波初動の極性検出

*原 将太[1]、深畑 幸俊[2]、飯尾 能久[2] (1.京都大学 理学研究科 地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所)

[STT46-P02] Trans-dimensional Bayesian inversion for a radially anisotropic S-wave velocity model in the crust and upper mantle: Application to the Australian continent

*平 亨[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[STT46-P03] Seismic wavefield imaging based on dense seismic networks using replica exchange Monte Carlo method

*加納 将行[1]、長尾 大道[2,3]、永田 賢二[4,5]、伊藤 伸一[2,3]、長谷川 慶[2]、酒井 慎一[2]、中川 茂樹[2]、堀 宗朗[2]、平田 直[2] (1.東北大学理学研究科、2.東京大学地震研究所、3.東京大学情報理工学系研究科、4.産業総合技術研究所、5.科学技術振興機構)

[STT46-P04] ベイズ振動子分解による地震波データの解析

*松田 孟留[1] (1.東京大学)

[STT46-P05] Uncertainty evaluation of source parameter estimates by MCMC in Oklahoma

*吉光 奈奈[1]、前田 拓人[2]、William Ellsworth[3] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学、3.Stanford Univerisy)

深層学習を用いたP波初動の極性検出
P-wave Polarity Determination of Waveform Data Observed in Western Japan, Using Deep Learning

*原 将太[1]、深畑 幸俊[2]、飯尾 能久[2]
*Shota Hara[1], Yukitoshi Fukahata[2], Yoshihisa Iio[2]

1. 京都大学 理学研究科 地球惑星科学専攻、2. 京都大学防災研究所
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地震のメカニズム解を決定するためには，P波の初動極性の検出が必要である．P波初動極性についてこれまで様々な自動検出アルゴリズムの研究が進められてきたが，特徴量抽出などに基づく既存の伝統的な方法は人間の専門家よりも精度が低いという問題があった．そのため，P波初動極性の自動検出アルゴリズムを用いる際は，専門家のチェックを経て使用されるのが一般的だった．本研究では，生の地震波形データとP波の到達時刻の情報から，直接P波初動極性を検出することの可能な畳み込みニューラルネットワーク（CNN; Convolutional Neural Network）のモデルを開発した．観測データとしては，西日本（山陰地方，近畿地方北部）の稠密地震観測網で得られた250 Hzの地震波形（約13万個）と定常観測網で得られた100 Hzの地震波形（約4万個）を使用し，P波初動極性の正解データとして専門家による検出結果を用いてCNNの訓練を行った．訓練に用いていない地震波形に対するCNNによる初動極性検出結果は，専門家が検出した結果に対し，約98 %（250 Hz）と約95 %（100 Hz）の一致精度を有した．地域依存性を調べるために，次に地震波形を観測地域で分け，片方のデータを用いてCNNを訓練しもう一方のデータに適用した場合，一致精度は最大でも約2 %の減少に留まり，地域によってCNNを再訓練させる必要性がほとんど無いことがわかった．

キーワード：機械学習、深層学習、初動極性検出
Keywords: Machine Learning, Deep Learning, First-motion Polarity Determination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Trans-dimensional Bayesian inversion for a radially anisotropic S-wave velocity model in the crust and upper mantle: Application to the Australian continent

*平 亨[1]、吉澤 和範[2]
*Toru Taira[1], Kazunori Yoshizawa[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

The velocity structure and discontinuities in the upper mantle, such as Lithosphere-Asthenosphere Boundary (LAB) and Mid-Lithosphere Discontinuity (MLD), have been investigated through a number of seismological studies, in which both body and surface waves have been employed. Many studies using body waves have extracted information on the upper mantle from the later arrivals of teleseismic body waves by deconvolving the vertical component from the horizontal components, which produces “receiver functions”. While they are good at constraining impedance contrasts across the discontinuities, they are not sensitive to the absolute velocity. In contrast, surface waves enable us to recover the absolute velocity, though sharp velocity jumps cannot be resolved due to their lower frequency content (< 0.05Hz). In view of such different sensitivities of receiver functions and surface waves, the joint inversions of body and surface waves will be the most effective approach to the accurate estimation of seismic velocity structures in the crust and upper mantle.

In this study, we develop a new method for non-linear joint inversion of Ps receiver functions and multi-mode Rayleigh and Love surface waves using trans-dimensional Bayesian formulation, following the earlier works by Bodin et al., (2012, JGR). This trans-dimensional approach allows us to constrain the complexity of earth model with little a priori information, in which the number of model parameters (e.g. number of layers) can also be treated as a part of unknowns. The reversible-jump Markov Chain Monte Carlo approach (Green, 1995, Biometrika) is used to sample models with variable dimension in proportion to the posterior distribution of the Earth models. Assuming that data errors follow the Gaussian distribution, we also estimate the variances of the data errors at the same time. Such an approach is called ‘Hierarchical Bayes’ (e.g. Malinverno and Briggs, 2004, Geophysics), in which the overfitting of the models can be prevented. Parallel Tempering method (e.g. Sambridge, 2014, GJI) is also incorporated in our inversions, which makes the model samplings more efficient enabling us to extend the parameter search ranges.

With this method, we jointly inverted the Ps receiver function, multi-mode Rayleigh and Love dispersion curves from Yoshizawa (2014, PEPI) for a radially anisotropic 1-D shear velocity model under Global Seismographic Network (GSN) stations in Australia. Our preliminary result for the WRAB station in the central Australia implies the existence of two MLDs with negative and positive velocity jumps at around 90 km and 150 km depths, respectively, and LAB at around 220km depth. The depths of MLDs are consistent with an earlier receiver function study by Ford et al. (2010, EPSL) and such multiple MLDs are also reported by another study in North America (Calo et al., 2016, EPSL). Our estimated LAB depth at 220 km is deeper than that from the earlier surface wave study (Yoshizawa & Kennett, 2015, GRL), in which the Lithosphere-Asthenosphere Boundary under cratons is supposed to be a smooth transition. Still, we can still see the common feature of strong radial anisotropy (SH>SV) in the asthenospheric depth below 220 km, indicating the effects of strong shear flow under the fast-moving Australian continent.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ベイジアンインバージョン、レシーバ関数、表面波、高次モード、リソスフェア、アセノスフェア
Keywords: Bayesian inversion, receiver function, surface wave, higher mode, lithosphere, asthenosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic wavefield imaging based on dense seismic networks using replica exchange Monte Carlo method

*加納 将行[1]、長尾 大道[2,3]、永田 賢二[4,5]、伊藤 伸一[2,3]、長谷川 慶[2]、酒井 慎一[2]、中川 茂樹[2]、堀 宗朗[2]、平田 直[2]
*Masayuki Kano[1], Hiromichi Nagao[2,3], Kenji Nagata[4,5], Shin-ichi Ito[2,3], Kei Hasegawa[2], Shin'ichi Sakai[2], Shigeki Nakagawa[2], Muneo Hori[2], Naoshi Hirata[2]

1. 東北大学理学研究科、2. 東京大学地震研究所、3. 東京大学情報理工学系研究科、4. 産業総合技術研究所、5. 科学技術振興機構
1. Graduate school of science, Tohoku University, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, 4. AIST, 5. Japan Science and Technology Agency

In recent years, dense seismic observation networks have been constructed. For example, the Metropolitan Seismic Observation network called MeSO-net has been observing ground motions since 2011 with the average intervals of ~5 km in the Tokyo metropolitan located on the Kanto sedimentary basin, Japan. Utilizing seismograms of MeSO-net, we have developed a wavefield reconstruction method by simultaneously estimating subsurface velocity structures and source locations using replica exchange Monte Carlo (REMC) method [Kano et al. 2017, GJI, JGR]. The reconstructed wavefield can be used as input ground motions to simulate seismic response of infrastructure for the purpose of rapid evaluation of seismic hazards. In this presentation, we will summarize the REMC-based wavefield estimation method and discuss future developments and applications of the method.

キーワード：MeSO-net、レプリカ交換モンテカルロ法、地震動イメージング
Keywords: MeSO-net, Replica exchange Monte Carlo, Seismic wavefield imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

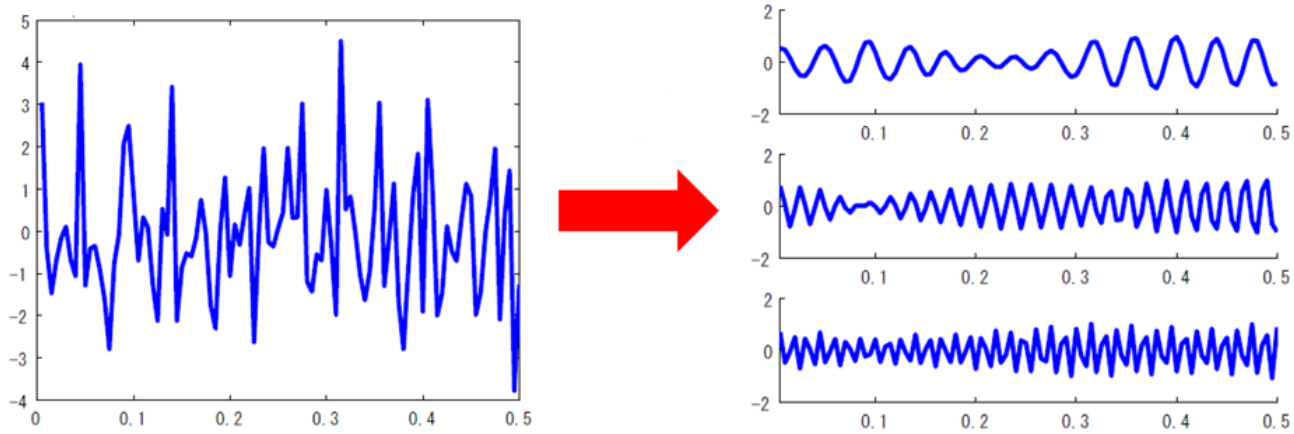
ベイズ振動子分解による地震波データの解析
Bayesian oscillator decomposition for seismic data

*松田 孟留[1]
*Takeru Matsuda[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

Many time series including seismic data are naturally considered as a superposition of several oscillators. Matsuda and Komaki (2017a,b) proposed a Bayesian statistical method for decomposing time series data into oscillators by using Gaussian linear state space models. For example, this method can be used to extract neural oscillators (such as alpha, beta, and gamma) from neuroimaging data. In this study, we apply this method to seismic data and investigate the extracted oscillators.

キーワード：ベイズ統計、状態空間モデル、データ同化
Keywords: Bayesian statistics, state space model, data assimilation



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Uncertainty evaluation of source parameter estimates by MCMC in Oklahoma

*吉光 奈奈[1]、前田 拓人[2]、William Ellsworth[3]
*Nana Yoshimitsu[1], Takuto Maeda[2], William Ellsworth[3]

1. 東京大学地震研究所、2. 弘前大学、3. Stanford Univerisy
1. The University of Tokyo, Earthquake Research Institute, 2. Hirosaki University, 3. Stanford Univerisy

Stress drop is important parameter to understand earthquake source characteristics and to improve hazard assessment. Many studies use the spectral ratio method to measure the moment ratio and two corner frequencies by comparing theoretical and observed spectral ratio in the frequency domain and obtain the stress drop. Accurate stress drop estimates are difficult to make because it depends on the accuracy of the three parameters. The Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method is effective to estimate high dimensional parameters. In this study, we evaluate the uncertainty of the estimation and trade-off among parameters from a statistical perspective.

We analyzed five clusters of events near Cushing, Oklahoma, each containing a M 4+ event. Empirical Green’ s function events used as the denominator all locate within 2 km of the target event. We analyzed 5.12 seconds of the time-aligned seismogram from twice the S wave arrival time. Spectral ratios between a large event ($M_L > 4$) and small events were formed by stacking all stations to remove path effects. Then, analyzed spectral ratios between event pairs using the Metropolis-Hastings algorithm to estimate moment ratio and two corner frequencies for the Brune model. We updated the value of moment ratio and two corner frequencies with 300,000 iterations which first 100,000 calculations was ignored as burn-in.

In most cases, the distribution of the sampling showed ellipsoidal shape in the 3D parameter space. We searched the axial direction of the sampling distribution by principal component analysis (PCA), and estimated loadings of the principal component and contribution rate. Some spectral ratio showed irregular shape from ideal shape because of small magnitude difference or contamination by noise. The percentage of the contribution rate indicates how well the sampling distribution is explained by each component. The contribution rate of the first principal component with irregular shape of the spectral ratio was lower than 80 % while it was higher than 80 % with normal shape of the spectral ratio. The loadings among three parameters and three principal components also showed different pattern in the case of normal shape and irregular shape of the spectral ratio. These different trend of the contribution rate and the loadings indicates different pattern of the sampling distribution of a spectral ratio that have irregular shape. Thus, the combination of MCMC and PCA analysis have a possibility that to automatically classify spectral ratios which have irregular shape and ideal shape.

キーワード：応力降下量、MCMC
Keywords: Stress Drop, MCMC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_28

[S-TT46] 最先端ベイズ統計学が拓く地震ビッグデータ解析

コンビーナ:長尾 大道(東京大学地震研究所)、加藤 愛太郎(東京大学地震研究所)、前田 拓人(弘前大学大学院理工学研究科)、矢野 恵佑(東京大学)

近年，従来の定常地震観測点に加え，臨時の高密度稠密地震観測網や建物・ライフライン・スマートフォン等が持つ振動計を利活用した次世代の地震ビッグデータベースが構築されつつある。しかし，これらの多種多様な地震データを包括的に解析する方法やアルゴリズムは未整備のままであり，地震防災・減災や地震現象の解明に最大限に活かすためにも，超大容量の地震データ向けに最適化された解析手法の開発に着手することが極めて重要である。一方，近年のベイズ統計学の進展は著しく，機械学習，特に深層学習に代表される，あらゆるビッグデータ解析手法の数理基盤となっており，地震データ解析への応用展開にも大きな期待が寄せられている。
本セッションでは，地震ビッグデータ解析に焦点を当てた講演を募集する。特に，機械学習・スパースモデリング・データ同化等のベイズ統計学を活かした解析手法開発，およびそれらの地震データへの応用研究を中心に，地震データ解析に資する数理科学・統計学の理論的研究や，将来的な実データ応用を目指す解析アルゴリズムのフィージビリティスタディ，さらには地震ビッグデータやその解析結果の現状に関する講演等を幅広く歓迎する。

[STT46-P01] 深層学習を用いたP波初動の極性検出

*原 将太[1]、深畑 幸俊[2]、飯尾 能久[2] (1.京都大学 理学研究科 地球惑星科学専攻、2.京都大学防災研究所)

[STT46-P02] Trans-dimensional Bayesian inversion for a radially anisotropic S-wave velocity model in the crust and upper mantle: Application to the Australian continent

*平 亨[1]、吉澤 和範[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

[STT46-P03] Seismic wavefield imaging based on dense seismic networks using replica exchange Monte Carlo method

*加納 将行[1]、長尾 大道[2,3]、永田 賢二[4,5]、伊藤 伸一[2,3]、長谷川 慶[2]、酒井 慎一[2]、中川 茂樹[2]、堀 宗朗[2]、平田 直[2] (1.東北大学理学研究科、2.東京大学地震研究所、3.東京大学情報理工学系研究科、4.産業総合技術研究所、5.科学技術振興機構)

[STT46-P04] ベイズ振動子分解による地震波データの解析

*松田 孟留[1] (1.東京大学)

[STT46-P05] Uncertainty evaluation of source parameter estimates by MCMC in Oklahoma

*吉光 奈奈[1]、前田 拓人[2]、William Ellsworth[3] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学、3.Stanford Univerisy)

深層学習を用いたP波初動の極性検出
P-wave Polarity Determination of Waveform Data Observed in Western Japan, Using Deep Learning

*原 将太[1]、深畑 幸俊[2]、飯尾 能久[2]
*Shota Hara[1], Yukitoshi Fukahata[2], Yoshihisa Iio[2]

1. 京都大学 理学研究科 地球惑星科学専攻、2. 京都大学防災研究所
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地震のメカニズム解を決定するためには，P波の初動極性の検出が必要である．P波初動極性についてこれまで様々な自動検出アルゴリズムの研究が進められてきたが，特徴量抽出などに基づく既存の伝統的な方法は人間の専門家よりも精度が低いという問題があった．そのため，P波初動極性の自動検出アルゴリズムを用いる際は，専門家のチェックを経て使用されるのが一般的だった．本研究では，生の地震波形データとP波の到達時刻の情報から，直接P波初動極性を検出することの可能な畳み込みニューラルネットワーク（CNN; Convolutional Neural Network）のモデルを開発した．観測データとしては，西日本（山陰地方，近畿地方北部）の稠密地震観測網で得られた250 Hzの地震波形（約13万個）と定常観測網で得られた100 Hzの地震波形（約4万個）を使用し，P波初動極性の正解データとして専門家による検出結果を用いてCNNの訓練を行った．訓練に用いていない地震波形に対するCNNによる初動極性検出結果は，専門家が検出した結果に対し，約98 %（250 Hz）と約95 %（100 Hz）の一致精度を有した．地域依存性を調べるために，次に地震波形を観測地域で分け，片方のデータを用いてCNNを訓練しもう一方のデータに適用した場合，一致精度は最大でも約2 %の減少に留まり，地域によってCNNを再訓練させる必要性がほとんど無いことがわかった．

キーワード：機械学習、深層学習、初動極性検出
Keywords: Machine Learning, Deep Learning, First-motion Polarity Determination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Trans-dimensional Bayesian inversion for a radially anisotropic S-wave velocity model in the crust and upper mantle: Application to the Australian continent

*平 亨[1]、吉澤 和範[2]
*Toru Taira[1], Kazunori Yoshizawa[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

The velocity structure and discontinuities in the upper mantle, such as Lithosphere-Asthenosphere Boundary (LAB) and Mid-Lithosphere Discontinuity (MLD), have been investigated through a number of seismological studies, in which both body and surface waves have been employed. Many studies using body waves have extracted information on the upper mantle from the later arrivals of teleseismic body waves by deconvolving the vertical component from the horizontal components, which produces “receiver functions”. While they are good at constraining impedance contrasts across the discontinuities, they are not sensitive to the absolute velocity. In contrast, surface waves enable us to recover the absolute velocity, though sharp velocity jumps cannot be resolved due to their lower frequency content (< 0.05Hz). In view of such different sensitivities of receiver functions and surface waves, the joint inversions of body and surface waves will be the most effective approach to the accurate estimation of seismic velocity structures in the crust and upper mantle.

In this study, we develop a new method for non-linear joint inversion of Ps receiver functions and multi-mode Rayleigh and Love surface waves using trans-dimensional Bayesian formulation, following the earlier works by Bodin et al., (2012, JGR). This trans-dimensional approach allows us to constrain the complexity of earth model with little a priori information, in which the number of model parameters (e.g. number of layers) can also be treated as a part of unknowns. The reversible-jump Markov Chain Monte Carlo approach (Green, 1995, Biometrika) is used to sample models with variable dimension in proportion to the posterior distribution of the Earth models. Assuming that data errors follow the Gaussian distribution, we also estimate the variances of the data errors at the same time. Such an approach is called ‘Hierarchical Bayes’ (e.g. Malinverno and Briggs, 2004, Geophysics), in which the overfitting of the models can be prevented. Parallel Tempering method (e.g. Sambridge, 2014, GJI) is also incorporated in our inversions, which makes the model samplings more efficient enabling us to extend the parameter search ranges.

With this method, we jointly inverted the Ps receiver function, multi-mode Rayleigh and Love dispersion curves from Yoshizawa (2014, PEPI) for a radially anisotropic 1-D shear velocity model under Global Seismographic Network (GSN) stations in Australia. Our preliminary result for the WRAB station in the central Australia implies the existence of two MLDs with negative and positive velocity jumps at around 90 km and 150 km depths, respectively, and LAB at around 220km depth. The depths of MLDs are consistent with an earlier receiver function study by Ford et al. (2010, EPSL) and such multiple MLDs are also reported by another study in North America (Calo et al., 2016, EPSL). Our estimated LAB depth at 220 km is deeper than that from the earlier surface wave study (Yoshizawa & Kennett, 2015, GRL), in which the Lithosphere-Asthenosphere Boundary under cratons is supposed to be a smooth transition. Still, we can still see the common feature of strong radial anisotropy (SH>SV) in the asthenospheric depth below 220 km, indicating the effects of strong shear flow under the fast-moving Australian continent.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ベイジアンインバージョン、レシーバ関数、表面波、高次モード、リソスフェア、アセノスフェア
Keywords: Bayesian inversion, receiver function, surface wave, higher mode, lithosphere, asthenosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic wavefield imaging based on dense seismic networks using replica exchange Monte Carlo method

*加納 将行[1]、長尾 大道[2,3]、永田 賢二[4,5]、伊藤 伸一[2,3]、長谷川 慶[2]、酒井 慎一[2]、中川 茂樹[2]、堀 宗朗[2]、平田 直[2]
*Masayuki Kano[1], Hiromichi Nagao[2,3], Kenji Nagata[4,5], Shin-ichi Ito[2,3], Kei Hasegawa[2], Shin'ichi Sakai[2], Shigeki Nakagawa[2], Muneo Hori[2], Naoshi Hirata[2]

1. 東北大学理学研究科、2. 東京大学地震研究所、3. 東京大学情報理工学系研究科、4. 産業総合技術研究所、5. 科学技術振興機構
1. Graduate school of science, Tohoku University, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, 4. AIST, 5. Japan Science and Technology Agency

In recent years, dense seismic observation networks have been constructed. For example, the Metropolitan Seismic Observation network called MeSO-net has been observing ground motions since 2011 with the average intervals of ~5 km in the Tokyo metropolitan located on the Kanto sedimentary basin, Japan. Utilizing seismograms of MeSO-net, we have developed a wavefield reconstruction method by simultaneously estimating subsurface velocity structures and source locations using replica exchange Monte Carlo (REMC) method [Kano et al. 2017, GJI, JGR]. The reconstructed wavefield can be used as input ground motions to simulate seismic response of infrastructure for the purpose of rapid evaluation of seismic hazards. In this presentation, we will summarize the REMC-based wavefield estimation method and discuss future developments and applications of the method.

キーワード：MeSO-net、レプリカ交換モンテカルロ法、地震動イメージング
Keywords: MeSO-net, Replica exchange Monte Carlo, Seismic wavefield imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

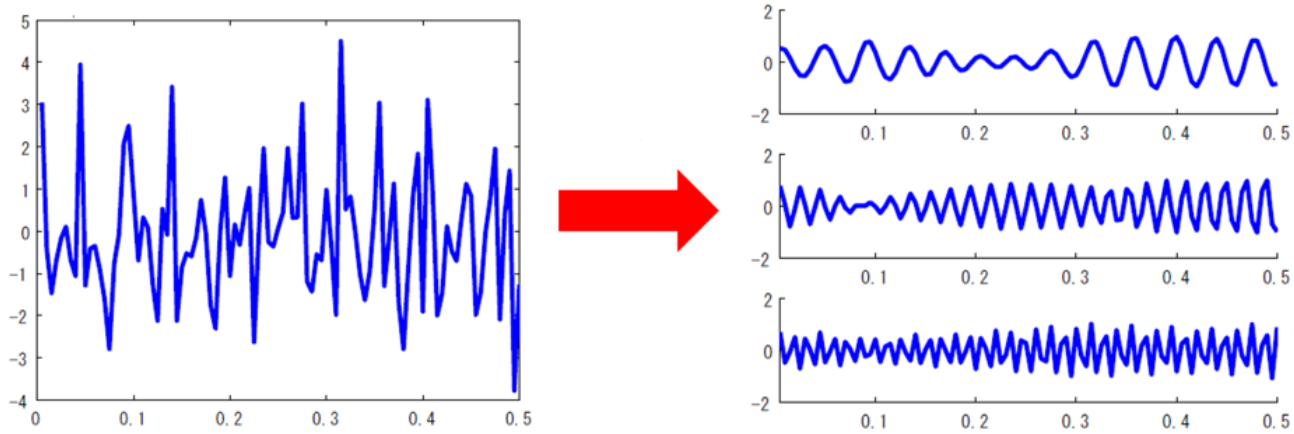
ベイズ振動子分解による地震波データの解析
Bayesian oscillator decomposition for seismic data

*松田 孟留[1]
*Takeru Matsuda[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

Many time series including seismic data are naturally considered as a superposition of several oscillators. Matsuda and Komaki (2017a,b) proposed a Bayesian statistical method for decomposing time series data into oscillators by using Gaussian linear state space models. For example, this method can be used to extract neural oscillators (such as alpha, beta, and gamma) from neuroimaging data. In this study, we apply this method to seismic data and investigate the extracted oscillators.

キーワード：ベイズ統計、状態空間モデル、データ同化
Keywords: Bayesian statistics, state space model, data assimilation



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Uncertainty evaluation of source parameter estimates by MCMC in Oklahoma

*吉光 奈奈[1]、前田 拓人[2]、William Ellsworth[3]
*Nana Yoshimitsu[1], Takuto Maeda[2], William Ellsworth[3]

1. 東京大学地震研究所、2. 弘前大学、3. Stanford Univerisy
1. The University of Tokyo, Earthquake Research Institute, 2. Hirosaki University, 3. Stanford Univerisy

Stress drop is important parameter to understand earthquake source characteristics and to improve hazard assessment. Many studies use the spectral ratio method to measure the moment ratio and two corner frequencies by comparing theoretical and observed spectral ratio in the frequency domain and obtain the stress drop. Accurate stress drop estimates are difficult to make because it depends on the accuracy of the three parameters. The Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method is effective to estimate high dimensional parameters. In this study, we evaluate the uncertainty of the estimation and trade-off among parameters from a statistical perspective.

We analyzed five clusters of events near Cushing, Oklahoma, each containing a M 4+ event. Empirical Green’ s function events used as the denominator all locate within 2 km of the target event. We analyzed 5.12 seconds of the time-aligned seismogram from twice the S wave arrival time. Spectral ratios between a large event ($M_L > 4$) and small events were formed by stacking all stations to remove path effects. Then, analyzed spectral ratios between event pairs using the Metropolis-Hastings algorithm to estimate moment ratio and two corner frequencies for the Brune model. We updated the value of moment ratio and two corner frequencies with 300,000 iterations which first 100,000 calculations was ignored as burn-in.

In most cases, the distribution of the sampling showed ellipsoidal shape in the 3D parameter space. We searched the axial direction of the sampling distribution by principal component analysis (PCA), and estimated loadings of the principal component and contribution rate. Some spectral ratio showed irregular shape from ideal shape because of small magnitude difference or contamination by noise. The percentage of the contribution rate indicates how well the sampling distribution is explained by each component. The contribution rate of the first principal component with irregular shape of the spectral ratio was lower than 80 % while it was higher than 80 % with normal shape of the spectral ratio. The loadings among three parameters and three principal components also showed different pattern in the case of normal shape and irregular shape of the spectral ratio. These different trend of the contribution rate and the loadings indicates different pattern of the sampling distribution of a spectral ratio that have irregular shape. Thus, the combination of MCMC and PCA analysis have a possibility that to automatically classify spectral ratios which have irregular shape and ideal shape.

キーワード：応力降下量、MCMC
Keywords: Stress Drop, MCMC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-CG49] ハードロック掘削科学～陸上掘削から深海底掘削、そしてオマーン～

コンビーナ:道林 克禎(名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)、高澤 栄一(新潟大学理学部地質科学科)、秋澤 紀克(東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門)、座長:道林 克禎

ハードロック掘削計画が進展している．本セッションでは，オマーン掘削プロジェクトを中心としてICDPならびにIODPの掘削プロジェクトの成果発表を期待する．さらに，掘削研究にこだわらず，関連するオフィオライト研究などの野外研究や実験研究等の発表の機会となることも期待したい．

15:30 ~ 15:45

[SCG49-01] Geochemical and Geochronological Constraints on the Origin and Emplacement of the East Taiwan Ophiolite: Implication for Subduction Initiation of the South China Sea.

*林 秋婷[1]、ロン ハリス[2]、孫 衛東[1]、張 国良[1] (1.中国科学院海洋研究所深海研究中心、2.ブリガムヤング大学地質科学科)

15:45 ~ 16:05

[SCG49-02] Towards a complete profile of hydrothermal alteration in the lower oceanic crust and uppermost mantle; Insights from the Oman Drilling Project and ChikyuOman2017 and 2018

★Invited Papers

*Damon A H Teagle[1]、Michelle Harris[2]、Gretchen Früh-Green[3]、Eiichi TAKAZAWA[4]、 Katsuyoshi Michibayashi[5]、Peter B Kelemen[6]、Oman Drilling Project Science Team[1] (1.Ocean & Earth Science, National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton, SO14-3ZH, Southampton, UK、2.School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth University, UK、3.Earth Sciences, ETH Zürich, Switzerland、4.Geology, Niigata University, Japan、5.Earth and Planetary Sciences, Nagoya University, Japan、6.LDEO, Columbia University, New York, USA)

16:05 ~ 16:25

[SCG49-03] Peridotite alteration in OmanDP cores

★Invited Papers

*Peter B Kelemen[1]、Juan Carlos de Obeso[1]、Craig Manning[2]、Marguerite Godard[3]、Wolfgang Bach[4]、Merry Yue Cai[1]、Saebyul Choe[5]、Judith Coggon[6]、Eric Ellison[7]、Alireza Eslami[8]、Katy Evans[9]、Michelle Harris[10]、Wolf-Achim Kahl[4]、Jürg Matter[6]、Katsu Michibayashi[11]、Keichi Okazaki[12]、Philippe Pézard[3]、Damon A.H. Teagle[6]、Alexis Templeton[7]、OmanDP Oman Drilling Project Science Team (1.LDEO、2.UCLA、3.U. Montpellier、4.U. Bremen、5.AMNH、6.U. Southampton、7.U. Colorado、8.U. Tehran、9.Curtin U.、10.U. Plymouth、11.Nagoya U.、12.JAMSTEC)

16:25 ~ 16:40

[SCG49-04] Oman Drilling Project Phase 1 のリストヴェナイト中のドロマイト脈に薄い塩水からなる流体包有物があるぜよ

*川本 竜彦[1]、佐藤 宏樹[2]、髙橋 藤馬[3]、Juan Miguel Guotana[4]、森下 知晃[4]、Peter Kelemen[5]、Jude Coggon[6]、Michelle Harris[7]、Juerg Matter[6]、道林 克禎[8]、高澤 栄一[9]、Damon Teagle[6]、The Oman Drilling Project Phase 1 Science Party (1.Department of Geoscience, Faculty of Science, Shizuoka University、2.Faculty of Science, Kyoto University、3.Faculty of Geosciences and Civil Engineering, Kanazawa University、4.Division of Natural Sciences, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University、5.Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University、6.School of Ocean and Earth Science, National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton、7.School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth University、8.Department of Earth Planetary Sciences, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、9.Institute of Science and Technology, Niigata University)

16:40 ~ 17:00

[SCG49-05] Hydration and development of fracture network within oceanic lower crust: an evidence from CM1A of Oman Drilling

★Invited Papers

*岡本 敦[1]、吉田 一貴[1]、大柳 良介[2]、Oman Drilling Project Phase 2 Science Party[3] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.海洋研究開発機構、3.Oman Drillng Project Phase 2 Science Party)

Geochemical and Geochronological Constraints on the Origin and Emplacement of the East Taiwan Ophiolite: Implication for Subduction Initiation of the South China Sea.

*林 秋婷[1]、ロン ハリス[2]、孫 衛東[1]、張 国良[1]
*Chiou-ting Lin[1], Ron A. Harris[2], Wei-dong Sun[1], Guo-liang Zhang[1]

1. 中国科学院海洋研究所深海研究中心、2. ブリガムヤング大学地質科学科
1. Center of Deep Sea Research, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, 2. Department of Geology, Brigham Young University

The East Taiwan Ophiolite (ETO) occurs as blocks and thrust sheets associated with the Lichi Mélange in the Coastal Range of eastern Taiwan. The blocks consist of serpentinized harzburgite, serpentinite breccia, gabbro, dikes of dolerite and plagiogranite, pillow basalts, and red clay within a mud- and serpentinite-rich mélange matrix. New U-Pb zircon dating of a pegmatite gabbro yields a weighted mean age of 16.65±0.20 Ma. This age is earlier than the North Luzon Arc, but overlaps with the late–stage spreading of the South China Sea. ETO glassy basalt has low K_2O, MgO and high CaO contents, similar to MORB. REE and trace element patterns show both N-MORB patterns with LREE depletion and E-MORB patterns with slight LREE enrichment. A few samples show slight depletion in Nb-Ta, and Ti and enrichment in Rb, Ba, U and Sr, indicating a hint of subduction influence. Most ETO basalt plots within the overlapping fields of N-MORB and BABB on Ti-V, Cr-Y, Nb/Yb- Th/Yb and Hf/3-Th-Ta discrimination diagrams. The geochemical compositions of the ETO basalt are emblematic of mid-ocean ridge or back-arc lava, and the Pb isotope values are similar to those of MORB of the South China Sea from IODP Expedition 349. We interpret ETO basalt as fragments of the subducted South China Sea basement that were scrapped off and accreted to the Luzon forearc during the process of subduction initiation along the nascent Manila Trench. Blocks of mantle material in the mélange may originate from the upper plate of the arc-continent collision and were mixed with lower plate crustal material in a subduction channel now represented by the Lichi Mélange.

キーワード：東台湾オフィオライト、リチ・メランジュ、南中国海、背弧海盆、沈み込み開始、島弧と大陸の衝突
Keywords: East Taiwan Ophiolite, Lichi Mélange, South China Sea, back-arc basin, subduction initiation, arc-continent collision

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Towards a complete profile of hydrothermal alteration in the lower oceanic crust and uppermost mantle; Insights from the Oman Drilling Project and ChikyuOman2017 and 2018

*Damon A H Teagle[1], Michelle Harris[2], Gretchen Früh-Green[3], Eiichi TAKAZAWA[4], Katsuyoshi Michibayashi[5], Peter B Kelemen[6], Oman Drilling Project Science Team[1]

1. Ocean & Earth Science, National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton, SO14-3ZH, Southampton, UK, 2. School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth University, UK, 3. Earth Sciences, ETH Zürich, Switzerland, 4. Geology, Niigata University, Japan, 5. Earth and Planetary Sciences, Nagoya University, Japan, 6. LDEO, Columbia University, New York, USA

Drilling a continuous section through the lower oceanic crust and into the uppermost mantle has been an unfulfilled scientific ambition for more than 60 years since before the development of plate tectonics. Although an imperfect analogue of in situ, intact ocean crust, the 96 Ma Samail ophiolite of Oman is the largest and best preserved on-land exposure of ancient ocean crust that formed in some type of fast spreading ocean ridge, in the Tethyan ocean shortly before its obduction on to the Arabian margin. Offset drilling by Oman Drilling Project has now sampled critical intervals of the mid to lower oceanic crust and the uppermost mantle preserved in the Samail ophiolite. In a series of 400 m-deep diamond-cored boreholes the Oman Drilling Project has made with near 100 % rates of recovery, continuous objective observations from the lower sheeted dikes and the dike-gabbro transition zone (Hole GT3A), the mid-crustal transition from foliated to layered cumulate gabbros (Hole GT2A), deep layered gabbros including mineralised fault zones (Hole GT1A), and across the crust-mantle transition from layered gabbros through dunites into residual harzburgites of the Samail upper mantle (Holes CM1A and CM2B). Observations of drillcore, complemented by instrumental (e.g., X-ray CT, Infrared scanning) and geophysical wireline logging, now provide the opportunity to objectively quantify the conditions and extent of seawater-rock exchange in the mid to lower oceanic crust and uppermost mantle. These new observations will lead to better understand the role and influence of deep hydrothermal circulation on the accretion of the lower oceanic crust and the improved quantification of geochemical and isotopic exchanges between the oceans and new crust formed at mid-ocean ridges.

Keywords: ocean crust, hydrothermal alteration, ophiolite, Oman Drilling Project

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Peridotite alteration in OmanDP cores

*Peter B Kelemen[1], Juan Carlos de Obeso[1], Craig Manning[2], Marguerite Godard[3], Wolfgang Bach[4], Merry Yue Cai[1], Saebyul Choe[5], Judith Coggon[6], Eric Ellison[7], Alireza Eslami[8], Katy Evans[9], Michelle Harris[10], Wolf-Achim Kahl[4], Jürg Matter[6], Katsu Michibayashi[11], Keichi Okazaki[12], Philippe Pézard[3], Damon A.H. Teagle[6], Alexis Templeton[7], OmanDP Oman Drilling Project Science Team

1. LDEO, 2. UCLA, 3. U. Montpellier, 4. U. Bremen, 5. AMNH, 6. U. Southampton, 7. U. Colorado, 8. U. Tehran, 9. Curtin U., 10. U. Plymouth, 11. Nagoya U., 12. JAMSTEC

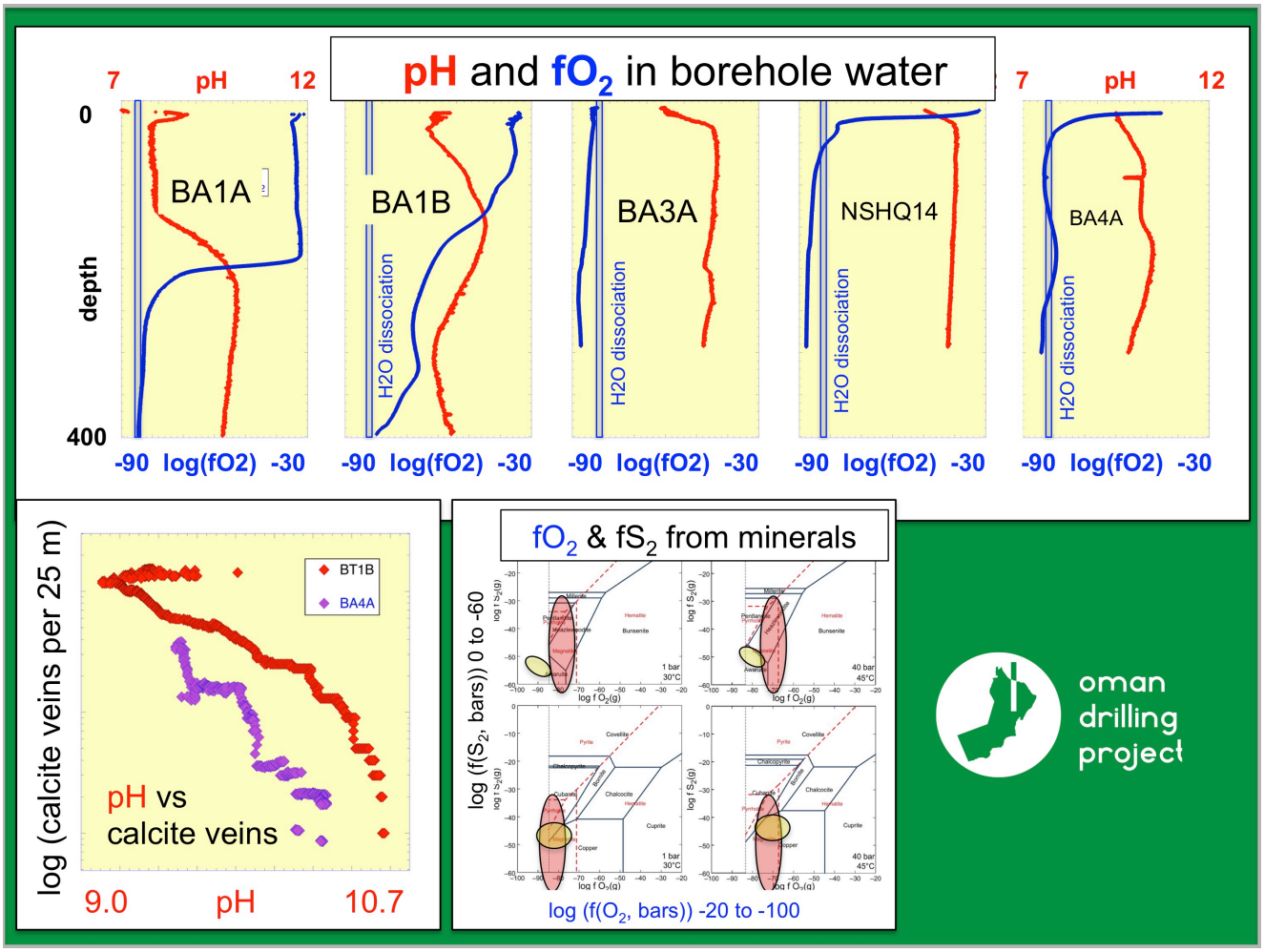
Here we present some preliminary results constraining peridotite alteration in cores from several Oman Drilling Project (OmanDP) boreholes, from the Samail ophiolite in the Sultanate of Oman. Hole BT1B in Wadi Mansah east of Fanjah was drilled through 200 m of fully carbonated and/or serpentinized peridotites of the mantle wedge, through the basal thrust of the ophiolite, into the metamorphic sole. Holes BA1B, BA3A and BA4A were drilled into extensively serpentinized peridotite of the eastern Wadi Tayin massif.

Fully carbonated peridotites (listvenites) and serpentinites of Hole BT1B reflect carbonation and hydration by fluids rising from the Cretaceous subduction zone at the base of the ophiolite, at about 100° C (Falk & Kelemen GCA 2015). Though there is extensive, 0.01-10 m scale chemical variation, the average, volatile-free composition of the listvenites is almost identical to that of partially serpentinized harzburgites throughout the ophiolite mantle section. This observation and thermodynamic modeling indicate that, during addition of CO2, H2O, Ca and K from subduction zone fluids, Mg/Fe/Si ratios were nearly unchanged, suggesting very minor export of dissolved, major elements. In turn, this requires a large increase in solid volume. One possibility is that major volume expansion occurred at a serpentinization front, perhaps advancing via reaction-driven cracking, followed by smaller amounts of expansion at the carbonation front. Observed mineral parageneses and thermodynamic modeling require relatively CO2-rich aqueous fluids, and perhaps an exsolved, CO2-dominated fluid. CO2 contents were higher than for fluids in equilibrium with underlying metasediments at any likely depth for formation of the observed listvenite, and thus suggest that fluids derived from higher temperature and pressure devolatilization migrated up the subduction zone to this site.

Highly serpentinized peridotites from Holes BA1B, BA3A and BA4A record steep chemical gradients, with sharply decreasing f(O2) and f(CO2) downhole, beginning at the present-day erosional surface. Moreover, inferred conditions based on mineral parageneses are consistent with present-day borehole water compositions. Oxygen fugacity reaches the limit for H2 production from H2O at < 100 meters below the surface. These borehole observations are consistent with previous observations (14C in carbonates, reduced sulfides, oxides and metals, highly alkaline and reduced fluids, H2 gas) and thermodynamic modeling indicating that carbonation and serpentinization-related redox reactions are ongoing. Given experimental data suggesting that serpentinization of olivine is slow, evidence for low temperature “serpentinization” raises interesting questions about natural rates, and the nature of reactants and products, in the present-day weathering environment.

Keywords: Global carbon cycle, Oman Drilling Project, Peridotite weathering, Serpentinization, Carbon mineralization aka mineral carbonation, Natural production of H2 hydrogen gas

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Oman Drilling Project Phase 1 のリストヴェナイト中のドロマイト脈に薄い塩水からなる流体包有物があるぜよ
Low-salinity aqueous fluid inclusions in dolomite veins of a listvenite of Oman Drilling Project Phase 1

*川本 竜彦[1]、佐藤 宏樹[2]、髙橋 藤馬[3]、Juan Miguel Guotana[4]、森下 知晃[4]、Peter Kelemen[5]、Jude Coggon[6]、Michelle Harris[7]、Juerg Matter[6]、道林 克禎[8]、高澤 栄一[9]、Damon Teagle[6]、The Oman Drilling Project Phase 1 Science Party
*Tatsuhiko Kawamoto[1], Hiroki Sato[2], Toma Takahashi[3], Juan Miguel Guotana[4], Tomoaki Morishita[4], Peter B Kelemen[5], Jude Ann Coggon[6], Michelle Harris[7], Juerg Michael Matter[6], Katsuyoshi Michibayashi[8], Eiichi TAKAZAWA[9], Damon A H Teagle[6], The Oman Drilling Project Phase 1 Science Party

1. Department of Geoscience, Faculty of Science, Shizuoka University、2. Faculty of Science, Kyoto University、3. Faculty of Geosciences and Civil Engineering, Kanazawa University、4. Division of Natural Sciences, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University、5. Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University、6. School of Ocean and Earth Science, National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton、7. School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth University、8. Department of Earth Planetary Sciences, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、9. Institute of Science and Technology, Niigata University
1. Department of Geoscience, Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Faculty of Science, Kyoto University, 3. Faculty of Geosciences and Civil Engineering, Kanazawa University, 4. Division of Natural Sciences, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 5. Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, 6. School of Ocean and Earth Science, National Oceanography Centre Southampton, University of Southampton, 7. School of Geography, Earth and Environmental Sciences, Plymouth University, 8. Department of Earth Planetary Sciences, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 9. Institute of Science and Technology, Niigata University

Oman Drilling Project Phase 1 のリストヴェナイト(試料名: z68w)は白色ないし緑色を呈するリストヴェナイトでマグネサイトと石英からなる。そのリストヴェナイトにはドロマイトからなる脈が存在し、ドロマイト中に気体と液体からなる流体包有物がたくさん存在する。多くのものは6ミクロンメートル以下と小さく、顕微ラマン分光法で気体と液体の同定ができるものは限られる。まれにある6ミクロンメートル以上の大きな流体包有物からは、顕微ラマン分光法でH_2Oのスペクトルを得られるが、これら大きい流体包有物は冷却加熱実験中に破壊されて顕微鏡下で暗くなってしまい、凝固点降下を観察することはできない。これまで顕微ラマン分光法で流体包有物から得られたスペクトルはH_2Oのみで、メタンや二酸化炭素のスペクトルは得られていない。そして、リンカム社製の冷却加熱ステージとニコン社製の100倍の対物レンズを組み合わせて測定した凝固点降下から、流体包有物は 1.1 ±0.5 wt% NaCl 当量と推定する (n=42, Figure 1)。これは海水の3.5%よりも薄い塩水であることを示す。流体包有物の均質化温度は139 ±31˚C (n=8, Figure 2)で、この以上の高温条件で形成されたことを示す。流体包有物はドロマイト脈中に存在し、それはマグネサイトと石英を切っている(Figure 3)ことから、流体包有物を作る薄い塩水はドロマイト脈の形成時に存在したことを示す。海水が炭素を運びカンラン岩または蛇紋岩と反応することによってリストヴェナイトを形成したと仮定するならば、その過程でなにかの相に塩素を吸収されるか、天水などとの混合によって、海水が薄い塩水になったと考える必要がある。

キーワード：海水、炭素循環、蛇紋岩、蛇紋石、炭酸塩、炭酸塩岩化
Keywords: seawater, carbon cycling, serpentinite, serpentine, carbonate, carbonation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Figure 1 Histogram of salinity.

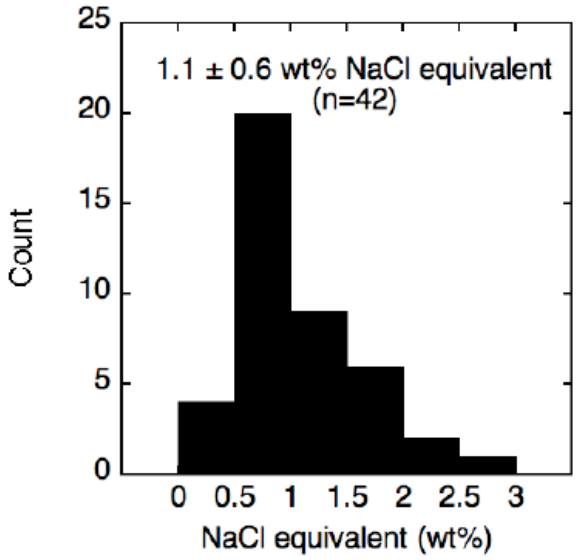


Figure 2 Homogenization T vs salinity.

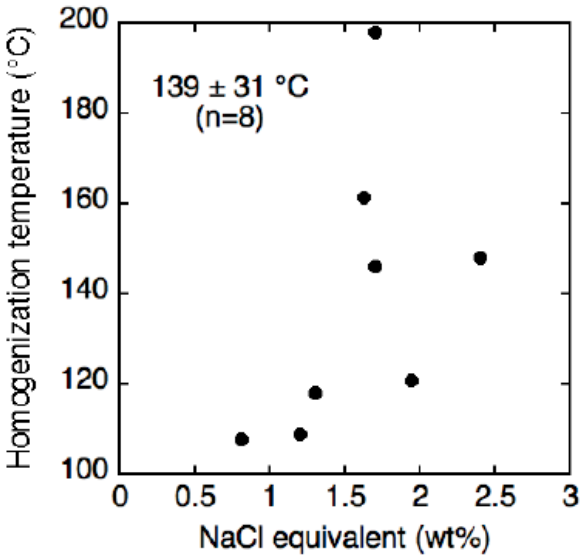
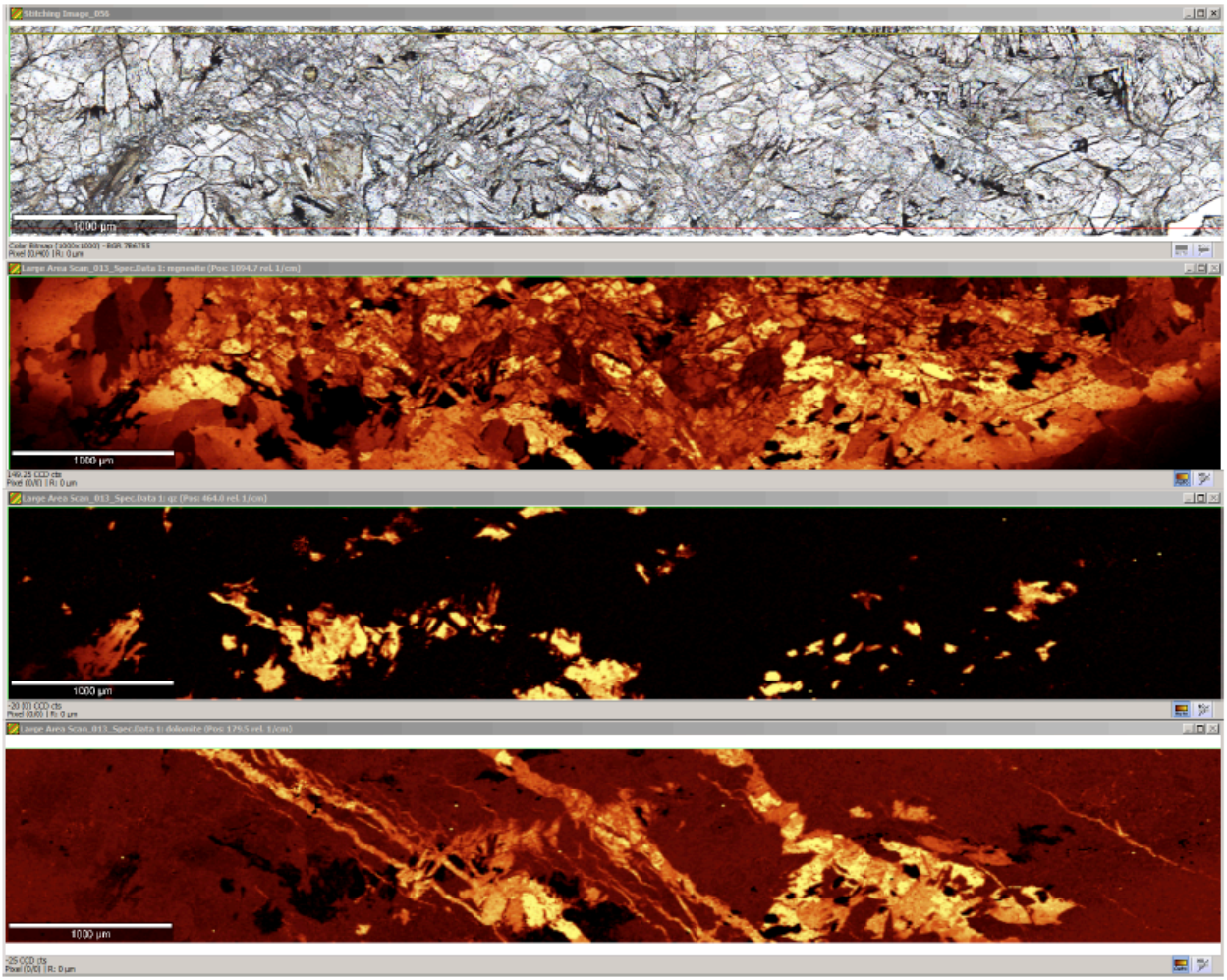


Figure 3 Microphotograph of a listvenite under transparent light (7.5mm wide) and Raman mapping images showing the distribution of magnesite, quartz, and dolomite.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hydration and development of fracture network within oceanic lower crust: an evidence from CM1A of Oman Drilling

*岡本 敦[1]、吉田 一貴[1]、大柳 良介[2]、Oman Drilling Project Phase 2 Science Party[3]
*Atsushi Okamoto[1], Kazuki Yosida[1], Ryosuke Oyanagi[2], Oman Drilling Project Phase 2 Science Party[3]

1. 東北大学大学院環境科学研究科、2. 海洋研究開発機構、3. Oman Drillng Project Phase 2 Science Party
1. Graduate School of Environmental Studies, 2. JAMSTEC, 3. Oman Drillng Project Phase 2 Science Party

The rate and extent of hydration of oceanic lithosphere are of special importance for understanding of the global water budget, the physical properties of crust-mantle boundary and potential limit of microbial activities in the crusts. It has been suggested that Moho transition zone and uppermost mantle has been highly serpentinized. If the fluid source for serpentinization is seawater, the fluid infiltration through the “less permeable” lower crust should occur. In this study, we report the nature of serpentinization in olivine within the lower crusts that was recovered from the CM1A site of the Oman Drilling Project, and discuss the relationship between hydration, fluid flow and fracturing based on the modeling of distinct element method (DEM).

The gabbroic rocks of the lower crust showed layer structures composed of light and dark colored layers with few to several tens millimeter thickness. The former is mainly composed of plagioclase and clinopyroxnene and the latter is enriched in olivine. The olivine grains were serpentinized with forming mesh-like textures, and the extent of serpentinization increases with increasing the modal abundance of olivine. The serpentine veins within the olivine grains do not always contain brucite, and show the zoning of Al, indicating an influx of silica and aluminum from plagioclase during serpentinization. The large amount of magnetite was formed in the serpentine mesh veins, indicating that olivine with high Fe content (Mg# = ~0.82) effectively produce hydrogen compared to the common mantle peridotite (Mg# = ~0.9). Radial cracks, which are filled with chlorite, are also developed around the serpentinized olivine grains. These features indicated that the reaction-induced fracturing occurred as the force of crystallization exceeds the tensile strength of the matrix minerals as suggested by the previous studies (Jamtveit et al., 2008; Kelemen and Hirth, 2012). It is also noted that fractures in olivine tends to developed in horizontal direction (parallel to the gabbroic layering) whereas those with in the plagioclase developed in vertical direction.

We conducted the DEM simulation on serpentinization in layered gabbro, which treats the reaction, advective fluid flow and fracturing, and the reaction rate is defined as a function of fluid pressure (Okamoto and Shimizu, 2015; Shimizu and Okamoto, 2016). The model reproduces a simultaneous development of contrasting fracture patterns inside and outside of the olivine grains, and shows the development of fracture network connecting the olivine grains, and shows the positive feedback of serpentinization, fracturing and permeability enhancement in vertical direction. These results indicate that the reaction-induced fracturing play essential roles on the fluid infiltration through the lower crusts and mantle hydration.

References

Kelemen, P.B., Hirth, G., 2012. Earth Planet Sci Let, 81-89. Jamtveit B., Malthe-Sorenssen, A., Kostenko, O., 2008. Earth Planet Sci Let, 267, 620-627. Okamoto, A., Shimizu, H., 2015. Earth Planet Sci Let, 417,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

9-18. Shimizu, H., Okamoto, A., 2016. Contrib Mineral Petrol, 171, 73.

キーワード：層状はんれい岩、離散要素法、蛇紋岩化作用、オマーン掘削プロジェクト、反応に起因した破壊
Keywords: layered gabbro, distinct element method, serpentinization, Oman Drilling Project, reaction induced fracturing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)、座長:喜岡 新、野田 篤

海洋底は現在の地球上において最も活動的な場所です。海洋底で起こるさまざまな地学現象はプレートテクトニクスのみならず地球深部の構造やダイナミクス、さらに地球表層環境と密接な関わりがあります。また、海洋底には過去の環境変動の歴史や物質循環の記録が残されています。本セッションでは、”海洋底”というキーワードを含む研究成果の発表を海嶺系・沈み込み帯・ホットスポットなど地域によらず、地球物理学的・地球化学的・地質学的など研究分野によらず、観測的・実験的・理論的・技術開発的など研究手法によらず、幅広く歓迎します。多様な研究者が集い議論できる場として、新しい海洋底像を描き出すことを目標とします。共同コンビーナ：田所敬一（名古屋大）、石塚治（産総研）、土岐知弘（琉球大）、高橋成実（JAMSTEC)

9:00 ~ 9:15

[SCG56-25] 白鳳丸によるサウスサンドイッチ弧観測計画：世界最南端島弧-海溝系の成立・進化過程の解明にむけて

*山口 飛鳥[1]、谷 健一郎[2]、池原 実[3] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立科学博物館、3.高知大学海洋コア総合研究センター)

9:15 ~ 9:30

[SCG56-26] 2011年東北沖巨大地震震源域の三次元構造

*趙 大鵬[1]、Liu Xin[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

9:30 ~ 9:45

[SCG56-27] 巨大地震がもたらした超深海海溝底への莫大な有機炭素供給

*Kioka A.[1]、Schwestermann T.[1]、Moernaut J.[1]、Ikehara K.[2]、Kanamatsu T.[3]、McHugh C.M.[4]、dos Santos Ferreira C.[5]、Wiemer G.[5]、Haghipour N.[6]、Kopf A.J.[5]、Eglinton T.I.[6]、Strasser M.[1,5] (1.インスブルック大学、2.産業技術総合研究所、3.海洋研究開発機構、4.ニューヨーク市立大学、5.ブレーメン大学、6.スイス連邦工科大学チューリッヒ校)

9:45 ~ 10:00

[SCG56-28] 海溝充填堆積物はどのようにして地下深部へ沈み込むのか？

*野田 篤[1]、高下 裕章[2]、山田 泰広[3]、宮川 歩夢[1]、芦 寿一郎[2] (1.産業技術総合研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[SCG56-29] 高分解能SBPから得られた付加体斜面堆積盆の堆積構造とその形成過程の検討：室戸沖南海付加体の例

*大熊 祐一[1]、山口 飛鳥[1]、高下 裕章[1]、福地 里菜[1]、芦 寿一郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[SCG56-30] 台風24号通過時に駿河湾北部で発生したと考えられる混濁流について ―OBSアレイが捉えた海底異常現象の痕跡―

*中尾 凪佐[1]、馬場 久紀[2]、佐藤 比呂志[3]、鶴我 佳代子[4]、坂本 泉[2]、西宮 隆仁[5]、篠原 雅尚[3]、阿部 信太郎[6] (1.東海大学大学院、2.東海大学海洋学部海洋地球科学、3.東京大学地震研究所、4.東京海洋大学、5.気象庁気象研究所、6.公益財団法人　地震予知総合研究振興会)

白鳳丸によるサウスサンドイッチ弧観測計画：世界最南端島弧-海溝系の成立・進化過程の解明にむけて

Observational plans of the South Sandwich Arc by R/V Hakuho Maru: Toward understanding formation and evolution of the world southernmost arc-trench system

*山口 飛鳥[1]、谷 健一郎[2]、池原 実[3]
*Asuka Yamaguchi[1], Kenichiro Tani[2], Minoru Ikehara[3]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立科学博物館、3. 高知大学海洋コア総合研究センター
1. Atomosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

The South Sandwich arc-trench system, located in between South America and Antarctica, is one of the unexplored subduction zones of the world. It was originated in Mesozoic fragmentation of Gondwana, and Neogene westward subduction of South American plate causes formation of South Sandwich volcanic arc and back-arc opening of West and East Scotia Sea. The formation of Scotia Sea is closely related to the opening of Drake Passage Gateway, and thus it caused the development of the Antarctic Circumpolar Current and affected the earth’s climate. However, detail back-arc opening process of Scotia Sea is poorly understood. Sediment accumulated in the South Sandwich Trench is expected to contain large amount of diatom and IRD (ice-rafted debris), but the nature of the sediment in the trench is unknown because of the lack of sediment cores.
On 2019 December-2020 January, R/V Hakuho Maru will visit the South Sandwich Arc and Weddell Sea as a part of around the world cruise for her 30th anniversary. During this cruise, we plan to take 1) dredge samples of forearc high of South Sandwich Arc possibly recording initiation process of oceanic island arc, as well as 2) sediment cores in South Sandwich Trench as an input to a subduction zone in polar region. By comparing the findings during this cruise to accumulated knowledge on backarc-arc-trench system around Japan, we try to understand the formation and evolution of the world southernmost arc-trench system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2011年東北沖巨大地震震源域の三次元構造
Seismic imaging of the source zone of the 2011 Tohoku-oki earthquake

*趙 大鵬[1]、Liu Xin[1]
*Dapeng Zhao[1], Xin Liu[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Department of Geophysics, Tohoku University

The great 2011 Tohoku-oki earthquake (*Mw* 9.0) is the best-documented megathrust earthquake in the world, but its causal mechanism is still in controversy because of the poor state of knowledge on the nature of the megathrust zone. *Zhao et al*. (2011) used seismic tomography to study structural heterogeneity in the megathrust zone and suggested that lateral structural variations atop the subducting Pacific slab, such as the subducted seafloor topography, seamounts and sediments, affected nucleation of the 2011 Tohoku-oki earthquake. In contrast, *Bassett et al*. (2016) used residual topography and gravity data to constrain the Tohoku forearc structure and proposed that variations in the forearc lithology of the overriding Okhotsk plate were the main cause of along-strike variations of the Tohoku-oki slip behavior. In this work we constrain the structure of the Tohoku forearc using seismic tomography, residual topography and gravity data. We apply a tomographic method (*Zhao et al*., 2002) to invert 144,354 *P*-wave arrival-time data recorded at 382 permanent seismic stations in Tohoku from 4760 local shallow and intermediate depth earthquakes that occurred during January 2000 to June 2016.

Our results reveal a close relationship between structural heterogeneities in and around the megathrust zone and rupture processes of the 2011 Tohoku-oki earthquake (*Liu and Zhao*, 2018). Its mainshock nucleated in an off-Miyagi area with high seismic velocity, low seismic attenuation and strong seismic coupling, indicating a large asperity (or a cluster of asperities) in the Tohoku megathrust zone. Strong coseismic high-frequency radiations also occurred in high-velocity patches, whereas large afterslips took plate in low-velocity areas, which may reflect changes in fault friction and lithological variations. These results indicate that structural anomalies in and around the Tohoku megathrust originate from both the upper Okhotsk plate and the lower Pacific plate, which controlled the generation and rupture processes of the 2011 Tohoku-oki earthquake. This huge earthquake was caused by collision of harder rocks in both the upper and lower plates.

This work sheds new light on the causal mechanism of megathrust earthquakes. It also suggests that the location of a future great earthquake may be pinpointed by investigating the detailed structure of the megathrust zone.

In this presentation, we will also show our new results obtained by adding the data recorded by the S-net that has been installed in the eastern Japan forearc region under the Pacific Ocean.

References

Bassett, D., D. Sandwell, Y. Fialko, A. Watts (2016) Upper-plate controls on co-seismic slip in the 2011 magnitude 9.0 Tohoku-oki earthquake. *Nature* **531,** 92-96.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Liu, X., D. Zhao (2018) Upper and lower plate controls on the great 2011 Tohoku-oki earthquake. *Science Advances* **4**, eaat4396.

Zhao, D., Z. Huang, N. Umino, A. Hasegawa, H. Kanamori (2011) Structural heterogeneity in the megathrust zone and mechanism of the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0). *Geophys. Res. Lett.* **38,** L17308.

Zhao, D., O.P. Mishra, R. Sanda (2002) Influence of fluids and magma on earthquakes: seismological evidence. *Phys. Earth Planet. Inter.* **132,** 249-267.

キーワード：東北沖巨大地震、地震波トモグラフィー、地震発生機構
Keywords: The great Tohoku-oki earthquake, seismic tomography, Earthquake mechanism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

巨大地震がもたらした超深海海溝底への莫大な有機炭素供給
Drastic export of organic carbon to hadal trench driven by megathrust earthquake

*Kioka A.[1]、Schwestermann T.[1]、Moernaut J.[1]、Ikehara K.[2]、Kanamatsu T.[3]、McHugh C.M.[4]、dos Santos Ferreira C.[5]、Wiemer G.[5]、Haghipour N.[6]、Kopf A.J.[5]、Eglinton T.I.[6]、Strasser M.[1,5]
*A. Kioka[1], T. Schwestermann[1], J. Moernaut[1], K. Ikehara[2], T. Kanamatsu[3], C. M. McHugh[4], C. dos Santos Ferreira[5], G. Wiemer[5], N. Haghipour[6], A. J. Kopf[5], T. I. Eglinton[6], M. Strasser[1,5]

1. インスブルック大学、2. 産業技術総合研究所、3. 海洋研究開発機構、4. ニューヨーク市立大学、5. ブレーメン大学、6. スイス連邦工科大学チューリッヒ校
1. Universität Innsbruck, Austria, 2. GSJ-AIST, Japan, 3. JAMSTEC, Japan, 4. Queens-CUNY, USA, 5. MARUM-U. Bremen, Germany, 6. ETH Zürich, Switzerland

これまで、地球の気候変動・生物圏における炭素循環の役割について理解が進んでいるが、有機炭素が超深海に供給されるメカニズムに関する理解は限られ、その厳密な定量化の報告例はない。例えば2011年東北太平洋沖地震では、有機物に富んだ年代の新しい表層の細粒堆積物が、再懸濁・再移動によって水深7 km以深の日本海溝に広く再堆積したことが考えられている。しかし、データ密度や分解能などの理由で、超深海のおける再堆積とその炭素循環への寄与の検証は進んでこなかった。本研究では、日本海溝で2012～2016年に取得された、超深海では最高分解能を誇る海底地形およびサブボトムプロファイラーデータならびに堆積物コアを用いて、日本海溝軸海溝底におけるターミナル小海盆の詳細なマッピングと、そこに堆積した地震起源のイベント堆積物の体積計算を初めて行った。その結果、2011年の地震によって、合わせて約0.2 km^3の前弧斜面起源の表層堆積物が、海溝軸上の多数の小海盆に再堆積したことがわかった。この結果を用いて有機炭素の質量を定量化すると、少なくとも1 Tgの有機炭素が2011年地震で海溝底に供給されたことが明らかになった。これは、たった1回のテクトニックイベントがもたらした有機炭素供給が、ガンジス・ブラマプトラ河川系システムといった高い有機炭素フラックスで知られる他の地球表層プロセスに匹敵することを意味する。大地震が超深海における中・長期的な炭素循環ならびに短期的な底生生物活動に与えるインパクトは、我々の想像以上に大きいのかもしれない。

キーワード：超深海、日本海溝、有機炭素、炭素循環、再堆積、2011年東北太平洋沖地震
Keywords: Hadal zone, Japan Trench, Organic carbon, Carbon cycle, Sediment remobilization, The 2011 Tohoku-oki Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海溝充填堆積物はどのようにして地下深部へ沈み込むのか？
How do trench-fill sediments subduct under the accretionary wedge?

*野田 篤[1]、高下 裕章[2]、山田 泰広[3]、宮川 歩夢[1]、芦 寿一郎[2]
*Atsushi Noda[1], Hiroaki Koge[2], Yasuhiro Yamada[3], Ayumu Miyakawa[1], Juichiro Ashi[2]

1. 産業技術総合研究所、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 海洋研究開発機構
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Atomosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地表に露出する地質時代の付加コンプレックスには，海溝を充填していた同時代の砂質堆積物を原岩とする低変成度付加岩体と高圧低温型変成岩体が共存するとともに，その陸側に同時代の前弧海盆堆積物が見られることがある．例えば，西南日本の四万十付加コンプレックスの砂岩と三波川変成コンプレックスの砂質片岩は，よく似た化学組成と堆積年代を示す海溝充填堆積物（砂岩）を原岩として含むが，前者は沈み込み帯浅部において付加され，後者は地下10~km以上の地下深部にまで沈み込んでいる．一般に，付加体が発達する沈み込み帯では海洋プレート上の堆積物中の弱層がデコルマとして使用されるため，海溝充填堆積物の中でも下位の（半）遠洋性堆積物はサブダクションチャネルを通じて付加ウェッジの下に沈み込むが，上位に位置する砂質堆積物は付加体の浅部で付加されることが多く，地下深部まで沈み込むことは難しい．逆に，構造侵食型の沈み込み帯では，海溝充填堆積物のほとんどはウェッジの下に沈み込むが，同時代の付加体は成長しない．このように，同時代の砂質堆積物を原岩とする浅部付加体と高圧低温型変成岩がどのように形成されるのかは，よく分かっていない．本研究では，海溝充填堆積物の地下深部への運搬について，沈み込む海洋プレート上の起伏が重要な役割を果しているとの仮定のもとに，砂箱実験を行った．実験では，端を固定しないバックストップを陸側に設置し，その下に堆積物が排出できる隙間（サブダクションチャネル）を設け，沈み込む海洋プレートが平坦な実験Aと障害物（海山・海嶺に相当）を含む実験Bの2種類を実施した．実験Aでは，当初ははぎとり付加が主体であったが，厚くなった付加ウェッジがバックストップを押し下げることにより，デコルマがステップダウンしてサブダクションチャネルを閉じ，底付け付加が促進された．一方，実験Bでも途中までは実験Aと同様な結果を示したが，バックストップの下に沈み込む障害物が，サブダクションチャネルを開放し，比較的未変形な堆積物とともにバックストップの下から排出された．このことは，海山のような強固な障害物の沈み込みはサブダクションチャネルの開放に重要な役割を果していることを示唆している．付加体を形成するに十分な土砂供給と海洋プレート上の起伏が，同時代の付加体・高圧低温型変成岩・前弧堆積盆の形成に重要であると考えられる．

キーワード：沈み込み帯、付加体、高圧低温型変成岩、前弧堆積盆、海山、海溝充填堆積物
Keywords: Subduction zone, Accretionary wedge, High-pressure/low-temperature metamorphic rocks, Forearc basin, Seamount, trench-fill sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高分解能SBPから得られた付加体斜面堆積盆の堆積構造とその形成過程の検討：室戸沖南海付加体の例

Formation process of a slope basin in the Nankai Accretionary prism reconstructed from high-resolution SBP integrated with core data of ODP Site 1175 and Site 1176

*大熊 祐一[1]、山口 飛鳥[1]、高下 裕章[1]、福地 里菜[1]、芦 寿一郎[1]
*Yuichi Okuma[1], Asuka Yamaguchi[1], Hiroaki Koge[1], Rina Fukuchi[1], Juichiro Ashi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

上盤プレートには，海洋プレートの沈み込みに伴う様々な力学的現象が記録される．その中で付加体表層の堆積盆の堆積構造は，地層の傾動を記録し，プレート境界断層やそれに付随する付加体中の衝上断層の活動史を推定できる．海溝斜面に見られる堆積盆は水深が深く，反射法地震探査では一般に，水中での音波の減衰を軽減するために低い周波数の発信源が用いられる．低周波の震源は大構造の把握には有用であるが，得られるデータの解像度が低くなってしまうため海溝域の堆積盆において浅部の微細な構造を解析した研究例は少ない(例えば，Tsuji et al., 2014) ．そこで本研究では，南海付加体の斜面堆積盆を研究対象とし，学術研究船「白鳳丸」KH-16-5次航海において深海曳航式のサブボトムプロファイラー(Subbottom Profiler: SBP)から得られた空間解像度の高い地下構造断面図を使用して，構造の解釈と堆積盆の形成過程の検討を行った．対象の堆積盆は室戸沖南東方向約80 km，水深約3000 mに位置し，北西ー南東方向に8 km，北東ー南西方向に6.5 kmのほぼ楕円形をしている．この堆積盆からおよそ1 km海側には明瞭な正断層成分を含む横ずれ断層が，さらにそこから2 km海側には分岐断層が確認されているため(Underwood et al., 2003)，堆積盆はこれらの断層の活動履歴を記録している可能性がある．また，堆積盆の北には沈み込んだ海山の存在も確認されており(Kodaira et al., 2000)，堆積盆の形成に影響を与えた可能性がある．堆積盆内とその３kmほど海側の地点ではOcean Drilling Program (ODP) Leg 190にて計2本のボーリングコア試料(Site 1175とSite 1176)が採取されており，本研究ではSBPの反射断面の解釈の結果とこれらのコア試料の堆積構造や堆積年代の対比も行った．SBPの断面図には分岐断層や横ずれ断層，小断層と随伴して形成された高まりなどが確認された．この高まりの最頂部(中央部)には逆断層成分を含む横ずれ断層も確認された．堆積盆を含む横ずれ断層の陸側の領域では、陸側に向かって相対的な沈降を示す構造が見られた．また、この領域の堆積中心は陸側へ移動しており、反射法地震探査断面(Shipboard Scientific Party, 2001)とも調和的である．Site 1175付近では深度方向に地層の傾斜が大きくなっていることから，継続的に傾動が起こっていたと考えられる．更に，高まりの最頂部の横ずれ断層から陸側の領域では正断層のみが確認された．特に堆積盆の中に見られる4本の正断層は海底面まで到達しており，深度方向に変位量が累積して大きくなることから，最近まで繰り返し活動していたと考えられる．また，堆積盆には陸側斜面から流入したと考えられる地すべり移動体も確認された．これに対して横ずれ断層の海側では分岐断層の一員をなす逆断層が含まれる．SBPの反射断面からは明瞭な逆断層や正断層が確認された．特に高まりの海側半分では逆断層が卓越しているものの，海底面まで到達しているものは見受けられなかった．次に、SBPの反射断面とODP Site 1175, 1176の層序を比較した結果，SBP中の反射面は火山灰層や砂層と非常によく対応することが確認された．火山灰の追加分析も含めた堆積年代との比較の結果，横ずれ断層より陸側の傾動は約28 kaまでには沈静化したことが示唆される．SBPの深度限界のため傾動の開始時期は推定できないが，Site 1175付近の傾動がおよそ105 kaの反射面でも確認できるため，堆積盆の傾動は105 kaには始まっていたと考えられる．また，両領域の境界部の断層群は，およそ28 kaの反射面を境に上位の反射面を貫く断層の数が減少し，さらに海底面を切る断層は中央部の横ずれ断層を除き確認されていない．これらの結果から，本研究で対象とする堆積盆の表層に見られる傾動は，領域Bの分岐断層によって形成された可能性が高い．その活動は遅くとも約105 kaには始まり約28 kaには終わっていたことが示唆され

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

る．このように，深海曳航SBP断面図の構造とコア試料中の詳細な層序の検討を組み合わせることで，従来よりも高い時間分解能で断層活動や堆積盆の消長を復元できる可能性がある．

キーワード：斜面堆積盆、付加体、サブボトムプロファイラー
Keywords: Slope basins, Accretionary prism, Sub-bottom profiler

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風24号通過時に駿河湾北部で発生したと考えられる混濁流について ーOBSアレイが捉えた海底異常現象の痕跡ー

About the turbidity current considered that it occurred in the northern Suruga Bay, Central Japan by the typhoon No.24. -The traces of the accidents and the phenomenon at the sea floor detected the OBSs Array-

*中尾 凪佐[1]、馬塲 久紀[2]、佐藤 比呂志[3]、鶴我 佳代子[4]、坂本 泉[2]、西宮 隆仁[5]、篠原 雅尚[3]、阿部 信太郎[6]
*Nakao Nagisa[1], Hisatoshi Baba[2], Hiroshi Sato[3], Kayoko Tsuruga[4], Izumi Sakamoto[2], Takahito Nishimiya[5], Masanao Shinohara[3], Shintaro Abe[6]

1. 東海大学大学院、2. 東海大学海洋学部海洋地球科学、3. 東京大学地震研究所、4. 東京海洋大学、5. 気象庁気象研究所、6. 公益財団法人　地震予知総合研究振興会
1. Tokai University, 2. Department of Marine and Earth Science, Tokai University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology, 5. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 6. Association for the Development of Earthquake Prediction

2018年08月から駿河湾北部にて「富士川河口断層帯における重点的な調査観測」による構造探査が開始された．この構造探査の測線（清水興津川沖～伊豆戸田沖）には自己浮上式海底地震計（以下OBS）が18台設置され，またこの測線以外に自然地震観測として4台のOBSが設置された．

2018年09月30日から10月01日にかけて台風24号が駿河湾付近を通過した．台風通過後に様々なOBSの異常が起きた．OBSの異常は以下である．

1．4台のOBSが海岸に漂着した．

2．2台のOBSは設置位置に存在せず，最大約800 m南東側の海底に移動が確認された．

3．1台のOBSはトランスポンダ応答がなく，行方不明になった．

4．2台のOBSはトランスポンダの応答があるが，浮上しない．

このことから本研究では，台風24号によって駿河湾北部の海底で起きた現象により，OBSは異常を起こしたと考えられる．

この現象を特定するためにOBSの記録・海底地形・OBSに付着していた泥・投入位置と回収位置でのスミスマッキンタイヤでの採泥を用い考察を行ったので報告を行なう．

・OBSで得られた波形記録によると，異常は富士川河口延長の駿河湾中央部より広がった．

・富士川河口から測線に掛けて，混濁流が発生しやすい傾斜であった．

・採泥では，設置地点と回収地点で行なったところ，同じ粒径が存在した．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

以上のことから，駿河湾北部でOBSにおきた異常の原因は，富士川由来の堆積物が駿河湾に流れ込みOBSを押し流したと推定される．

このことから，駿河湾北部で混濁流が発生した可能性が高い．

キーワード：駿河湾、海底地震計、混濁流
Keywords: Suruga Bay, OBS, turbidity current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)

海洋底は現在の地球上において最も活動的な場所です。海洋底で起こるさまざまな地学現象はプレートテクトニクスのみならず地球深部の構造やダイナミクス、さらに地球表層環境と密接な関わりがあります。また、海洋底には過去の環境変動の歴史や物質循環の記録が残されています。本セッションでは、”海洋底”というキーワードを含む研究成果の発表を海嶺系・沈み込み帯・ホットスポットなど地域によらず、地球物理学的・地球化学的・地質学的など研究分野によらず、観測的・実験的・理論的・技術開発的など研究手法によらず、幅広く歓迎します。多様な研究者が集い議論できる場として、新しい海洋底像を描き出すことを目標とします。共同コンビーナ：田所敬一（名古屋大）、石塚治（産総研）、土岐知弘（琉球大）、高橋成実（JAMSTEC)

[SCG56-P01] Signature of plume-ridge interaction on bathymetry and geochemistry along mid-ocean ridges: Insights from the Réunion Plume and Central Indian Ridge

*Clement Vincent[1]、Jung-Woo Park[1]、Sang-Mook Lee[1]、Jonguk Kim[2]、Sang-Joon Pak[2] (1.Seoul National University、2.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[SCG56-P02] Spreading rate and its stability of Chile Ridge near the Chile Triple Junction

*石原 隆仙[1]、松本 剛[1] (1.独立大学法人琉球大学)

[SCG56-P03] 南部チリ沖南極プレート上に発見した海山群

*富士原 敏也[1]、阿部 なつ江[2]、原田 尚美[3]、「みらい」MR16-09 Leg 2 乗船研究者 (1.海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、3.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター)

[SCG56-P04] 「みらい」MR16-09航海による海上重力測定：特にチリ三重点周辺の重力異常の特徴

*松本 剛[1]、石原 隆仙[1] (1.琉球大学理学部)

[SCG56-P05] 海洋底拡大初期のアファール凹地における磁気・MT探査

*吉村 令慧[1]、石川 尚人[2]、Kidane Tesfaye[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[5]、Muluneh Ameha[3]、北川 桐香[4]、池間 泰斗[6] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院人間・環境学研究科、3.アジスアベバ大学、4.山形大学理学部、5.熊本大学大学院先導機構、6.京都大学理学部)

[SCG56-P06] **四国海盆海洋コアコンプレックスの発達：背弧拡大が止まるとき**

*沖野 郷子[1]、小原 泰彦[2,3]、藤井 昌和[4]、羽入 朋子[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海上保安庁、3.海洋研究開発機構、4.国立極地研究所)

[SCG56-P07] Thermal evolution of the Lanzo orogenic peridotite massif in western Alps: implications on thermal structure near subcontinental lithosphere-asthenosphere boundary

*青木 智[1]、小澤 一仁[1]、Jean-Louis Bodinier[3]、Françoise Boudier[2] (1.東京大学、2.モンペリエ第二大学、3.Geosciences Montpellier)

[SCG56-P08] 南琉球及び中琉球の背弧海盆の形状の違いとテクトニクス

*荒井 晃作[1]、三澤 文慶[1]、井上 卓彦[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG56-P09] 御荷鉾帯と空知－エゾ帯中の苦鉄質岩の起源：地球化学的特徴とジルコンU-Pb年代およびシャツキー海台との比較

*木村 直人[1]、市山 祐司[1]、高橋 翔平[1]、伊藤 久敏[2]、田村 明弘[3]、森下 知晃[3] (1.千葉大学、2.電力中央研究所、3.金沢大学)

[SCG56-P10] Submersible magnetics reveals relationship between off-axis volcanism and hydrothermal systems of the Kairei and Yokoniwa fields at the Central Indian Ridge

*藤井 昌和[1]、沖野 郷子[2] (1.国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P11] 中部沖縄トラフ伊平屋北海丘および伊平屋小海嶺海域における船上重磁力調査：KR18-14 Leg1/Leg2航海速報

*北田 数也[1]、笠谷 貴史[1]、岩本 久則[1]、野木 義史[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立極地研究所)

[SCG56-P12] 沖縄トラフ東奄西熱水フィールドでの浅層科学掘削

*熊谷 英憲[1]、笠谷 貴史[1]、戸塚 修平[2]、川口 慎介[1]、町山 栄章[1]、飯島 耕一[1]、山本 浩文[1]、金子 純二[1]、大田 優介[3]、冨田 昇平[3]、小森 省吾[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[SCG56-P13] 沖縄トラフごんどうサイトの海底下の熱水変質鉱物の鉱物学的・地球化学的特徴

*石橋 純一郎[1,2]、戸塚 修平[2]、堤 映日[2]、塚本 成[2]、吉良 優佑[2]、島田 和彦[1]、山崎 徹[3]、池原 研[3]、長瀬 敏郎[4]、高谷 雄太郎[5,9]、池端 慶[6]、後藤 隆嗣[7]、郷津 知太郎[7]、新城 竜一[8]、町山 栄章[9]、飯島 耕一[9]、山本 浩文[9]、熊谷 英憲[9] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所、4.東北大学総合学術博物館、5.早稲田大学創造理工学部、6.筑波大学生命環境系、7.蒜山地質年代学研究所、8.琉球大学理学部、9.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)

[SCG56-P14] New type of self-potential anomaly observed near a hydrothermal site of Oomuro-dashi volcano, Izu-Ogasawara arc

*川田 佳史[1,2]、笠谷 貴史[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.海洋研究開発機構)

[SCG56-P15] 熱水流動-地球化学連成解析による海底熱水鉱床の形成シミュレーション

*藤田　クラウディア[1]、山本 肇[1]、石橋 純一郎[2]、辻 健[3] (1.大成建設株式会社、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)

[SCG56-P16] 南鳥島レアアース泥の鉱物組成および粒度分布：超高濃度レアアース泥の生成機構への示唆

*酒井 巧[1]、田中 えりか[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2,1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[SCG56-P17] 南鳥島EEZのレアアース泥に含まれるマイクロマンガンノジュールの地球化学的及び形態的特徴

*木野 聡志[1]、安川 和孝[1,2]、浅見 慶志朗[1]、田中 えりか[1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源センター)

[SCG56-P18] 堆積層基盤PS変換波の走時解析に基づく日本・千島海溝域の堆積層厚さ分布

*東 龍介[1]、豊国 源知[1]、高木 涼太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、中山 貴史[1]、内田 直希[1]、日野 亮太[1] (1.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター)

[SCG56-P19] プレート沈み込み帯における水深測量データのみを用いた臨界尖形理論の検討

*高下 裕章[1]、芦 寿一郎[1]、朴 進午[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P20] 高分解能浅部構造探査と精密照準採泥による相模湾断層の活構造

*芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[2]、奥津 なつみ[1]、三澤 文慶[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P21] 南海トラフ海域の断層分布と構造的特徴

*新井 麗[1]、高橋 成実[1]、勝山 美奈子[1]、田中 恵介[1]、鎌田 弘己[1]、佐藤 智之[2]、井上 卓彦[2]、金田 義行[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.香川大学)

[SCG56-P22] 海底地震計で捉えた中部琉球海溝での地震活動

*屋嘉部 蓮[1]、中村 衛[1]、山下 裕亮[2]、篠原 雅尚[3]、山田 知朗[3]、塩原 肇[3]、望月 公廣[3] (1.琉球大学理学部物質地球科学科、2.京都大学防災研究所、3.東京大学地震研究所)

[SCG56-P23] Po/So波から推定した九州下に沈み込んだフィリピン海プレートの地震学的構造

*志藤 あずさ[1] (1.九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター)

[SCG56-P24] スマトラ北西沖外縁隆起帯で視認される斜面崩壊地形とその分布

*平田 賢治[1]、富士原 敏也[2]、三澤 文慶[3]、荒井 晃作[3] (1.防災科学技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P25] Origin and migration of fluid in the Sumatra subduction input: application of a geochronological method using a long-lived radioisotope of dissolved iodine

*尾張 聡子[1]、戸丸 仁[1] (1.千葉大学大学院理学研究科)

[SCG56-P26] 深海マッピングの新時代への挑戦: 無人海底地形調査の国際大会“Shell Ocean Discovery XPRIZE”

*住吉 昌直[1] (1.海上保安庁海洋情報部)

[SCG56-P27] Prototype of deep-sea ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using“A-0-A”approach for detection of long-term crustal deformation

*太田 雄策[1]、日野 亮太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、西間木 佑衣[1]、梶川 宏明[2]、小畠 時彦[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.産業技術総合研究所計量標準総合センター)

[SCG56-P28] 広帯域海底地震計観測の高度化へ向けて：ノイズ低減と表面波アレイ分散計測

*川野 由貴[1]、一瀬 建日[1]、川勝 均[1]、竹尾 明子[1]、塩原 肇[1] (1.東京大学地震研究所)

[SCG56-P29] 海底基盤岩研究に於けるハイテク・ドレッジの有用性と課題。 - -海底岩石のリアルタイムモニタリングドレッジを目指して- -

*石井 輝秋[1]、樹田 行弘[2]、坂本 泉[3]、町田 嗣樹[4] (1.静岡大学防災総合センター　ishiiteruaki@hotmail.com、2.海洋研究開発機構、3.東海大学、4.千葉工業大学)

[SCG56-P30] 日本周辺海域の断層データベース・システムの構築

*鎌田 弘己[1]、高橋 成実[1,2]、田中 恵介[1]、新井 麗[1]、勝山 美奈子[1]、仲西 理子[1]、藤原 広行[2]、大角 恒雄[2]、井上 卓彦[3]、佐藤 智之[3]、金田 義行[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人防災科学技術研究所、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所、4.香川大学)

[SCG56-P31] 複数の海底反射強度データを統合する方法

*町田 嗣樹[1,2]、佐藤 太一[3]、安川 和孝[2] (1.千葉工業大学　次世代海洋資源研究センター、2.東京大学、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P32] ETOPO1を用いた海洋の平均水深の精密計算

*原田 靖[1]、堀内 沙恵[1] (1.東海大学 海洋学部 海洋地球科学科)

Signature of plume-ridge interaction on bathymetry and geochemistry along mid-ocean ridges: Insights from the Réunion Plume and Central Indian Ridge

*Clement Vincent[1], Jung-Woo Park[1], Sang-Mook Lee[1], Jonguk Kim[2], Sang-Joon Pak[2]

1. Seoul National University, 2. Korea Institute of Ocean Science and Technology

Plume-ridge interaction is an important thermal and geological process, which results in various physical and chemical anomalies along a significant length of the global mid-ocean ridges system. Despite numerous studies, some remaining questions to be solved are origin and mechanisms of geochemical variations and their possible influence on the morphology of mid-ocean ridges. The Central Indian Ridge, with a slow to intermediate spreading rate, provides an ideal opportunity to explore distant plume-ridge interactions. Presently, the ridge is moving away from the hotspot. The hotspot which started at the Deccan Traps (65 Ma) is presently 1000 km away from the Central Indian Ridge, at the Réunion Island. Paleogeographic reconstruction suggests that the hotspot crossed the middle part of the Central Indian Ridge (MCIR) between 8˚S and 17˚S at ~34 Ma. Studies suggest that the plume material that flows into the Central Indian Ridge is more or less concentrated around 19˚S, to the south of Marie Celeste Fracture Zone (MCFZ). In addition, recent geochemical study show southward-increasing gradient in Réunion mantle component between 14˚S and 18˚S north of MCFZ. The detailed mechanism of the plume interaction on the MCIR is in debate. In this study, we revisited the MCIR with additional Nd, Sr and Pb isotope analyses and ship-board high-resolution bathymetry data to constrain the influence of the Ré union plume on geochemistry and bathymetry of the MCIR. The results show that the geochemical anomaly observed between 14˚S and 18˚S are found only in the northern part of segments and subsegments, and these enrichments correlate with the shallow axial bathymetry. The localized geochemical and bathymetric anomalies can be ascribed to a hotspot leading edge effect where the hotspot leading segments are offset in the direction of the plume and are more influenced by the plume materials. It appears that discontinuities such as transform faults and the non-transform discontinuities influence the flow of mantle plume material into the ridge, and that the proximity of the ridge to the hotspot plays an important role in the plume-ridge interaction.

Keywords: Plume-ridge interaction, Reunion Plume, Central Indian Ridge, MORB

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spreading rate and its stability of Chile Ridge near the Chile Triple Junction

*石原 隆仙[1]、松本 剛[1]
*Takanori Ishihara[1], Takeshi Matsumoto[1]

1. 独立大学法人琉球大学
1. Ryukyu university

Chile triple junction (CTJ) is located at 46°13'S, 75°13'W off the coast of Chile and is composed of Nazca plate, Antarctic plate and South America plate, forming a ridge-trench-trench type triple junction. Chile ridge that is an active spreading ridge is subducting under the South America plate at CTJ and is the only ridge system that is currently subducting under trench in the world. Therefore this area is an important target to study the behavior of the active ridge just before subduction. And also, the mechanism and a possible driving force of the active ridge subduction are also to be studied by subsurface structure, age, development history, and so on through marine geophysical survey. The authors analysed total geomagnetic data from the tracks along the segments and attempted to obtain seafloor spreading rate at each segment and seafloor age from magnetic anomaly, and spreading stability in this area by the magnetic N/R boundary strikes derived from the three component magnetic data. Both the total force and the three-component magnetic data for this study were obtained from MR16-09 cruise by R/V MIRAI, Leg1 and Leg2. Marine Trackline data that were achived in National Geophysical Data Center were also used supplementarily. Seafloor spreading rate decrease is shown along almost all the tracks close to the trench, and comparison of several track data along the Segment SCR1 shows the same characteristics that spreading rate along the southern track is slower than that along the northern track. Moreover, the result from the other segments show that SCR1’s spreading rate (about3.0cm/yr) is higher than SCR3’s one (about 2.0cm/yr). These results show spreading rate is decreasing as the ridge is close to the trench. This mightbe due to declining of igneous activity and reduction of magma supply rate near the trench as Matsumoto et al (2013) showed. The reason why the young seafloor subducts early is that increasing of slab pull force caused by thickening of the oceanic lithosphere by cooling with closing the trench. Magnetic N/R boundary strike shows almost uniform trends, except near Guamblin fracture zone, so spreading stability is attained on the whole.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南部チリ沖南極プレート上に発見した海山群
Newly Mapped Seamounts on the Antarctic Plate off Southern Chile

*富士原 敏也[1]、阿部 なつ江[2]、原田 尚美[3]、「みらい」MR16-09 Leg 2 乗船研究者
*Toshiya Fujiwara[1], Natsue Abe[2], Naomi Harada[3], Mirai MR16-09 Leg 2 Shipboard Science Party

1. 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、2. 海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、3. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Research and Development Center for Ocean Drilling Science, 3. Research and Development Center for Global Change

JAMSTEC調査船「みらい」のMR16-09 Leg 2航海（2017年1月20日～2月5日：プエルトモント～プンタアレナス）において、南部チリ沖（ハノーバー島沖）南極プレート上の海山群の海底地形、海上重力、地磁気調査を行った。本調査海域の調査例は少なく、本航海のトランジット・データも含めて、貴重なデータが得られた。

海底地形データの取得にはSeaBeam 3012マルチビーム音響測深機、重力はMicro-G LaCoste and Romberg S-116船上重力計、地磁気はGeometrics G-882曳航式セシウム磁力計、Tierra Tecnica SFG1214船上3成分磁力計を用いた。残念ながら、岩石試料の採取、反射法地震波探査は行われなかった。

海山群は南極プレート上に位置する。海洋地殻を形成した中央海嶺（チリ海嶺）は、既に南米プレート下に沈み込んでいると考えられる。Cande et al. (1982)により、付近の海底でAnomaly 6aが同定されている。Muller et al. (2008)によれば、海山群の地点の地殻形成年代は18 Maである。本調査では、振幅約400 nTの地磁気縞状異常が観測されており、海洋地殻年代、海底拡大速度については検証する。

周囲の海底は堆積層に覆われていて、海底地形にアビサルヒルの走向が見えない。海山群中最大の山体は、南緯51度0分、西経79度25分に位置する。海山の長軸は約17 km、短軸は約10 km、長軸の走向は約N45°Wである。海山の基底の水深は約3900 m、山頂部の最小水深約2900 mで、比高が1000 mある。海山の周りは溝地形で囲まれており、溝地形の深さは最大約100 mである。山体の底面積はおよそ約160平方kmで、海底部からの体積は約70立方kmである。山頂にはカルデラ地形が見られる、最大の海山のカルデラの深さは約200 m、直径約2.5 kmである。

人工衛星からの海面高度・重力異常観測により、その海山の存在は推定されていた。その比高は364 mとされていた（Kim and Wessel (2011)による海山カタログ、ID: KW-05846）が、規模の小さな海山であるため、正確には推定できていなかった。海上観測されたフリーエア重力異常は、海山基底部の重力異常値が約+20 mGal、海山頂部での重力異常値は約+50 mGalで、海山に起因する重力異常の振幅は約30 mGalである。人工衛星からの重力異常観測（Sandwell et al., 2014）より、約20 mGal大きい振幅が観測された。

キーワード：チリ沖、南極プレート、海山、海底地形、重力異常、地磁気異常
Keywords: Off Chile, Antarctic Plate, Seamount, Bathymetry, Gravity Anomaly, Magnetic Anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「みらい」MR16-09航海による海上重力測定：特にチリ三重点周辺の重力異常の特徴

Surface-ship gravimetry on board MR16-09 Cruise by R/V MIRAI - Characteristrics of gravity anomaly around the Chile Triple Junction

*松本 剛[1]、石原 隆仙[1]
*Takeshi Matsumoto[1], Takanori Ishihara[1]

1. 琉球大学理学部
1. Faculty of Science, University of the Ryukyus

「みらい」MR16-09航海は，2016年12月～2017年３月の間，フィジー・チリ・ニュージーランド・むつを寄港地として，主に南太平洋を東西に，西太平洋を南北に横断するコースで実施され，広範囲且つ長測線の海洋地球物理観測プロファイルを得ることが出来た。また，チリ西海岸のタイタオ半島沖の南緯46度13分・西経75度48分に位置し，ナスカプレートと南極プレートを産み出す拡大境界であるチリ海嶺がチリ海溝で南アメリカプレートの下に沈み込んでいるチリ三重点（CTJ）付近で，拡大軸セグメント上でのプロファイルを得ることができた。

観測に使用した船上重力計は，相対測定方式のラコストS-116である。通常は出発地・寄港地・到着地で至近の重力点（重力の絶対値がわかっている地点）と岸壁での陸上用重力計を用いた測定（重力結合=gravity tie）を行うことによって，調査航海中に測定された重力の絶対値を求めている。しかし今回は，前行動の出発地である清水，途中寄港地であるプンタアレナス，帰港地である関根浜でのみ重力結合が行われたため，重力計のドリフト補正後の正確な値を求めることが難しい。そこで，衛星データ等による最新の全球重力１分グリッドデータ（Sandwell et al., 2014, Sandwell et al., 2013, Sandwell et al., 2009）を用い，測線上の重力測定点での値の更正を行った。

グリッドデータのx, y方向の格子間隔をそれぞれdx, dyとする。x座標x1, x2（x1 < x2），y座標y1, y2（y1 > y2）で囲まれる領域（長方形で近似）の四隅の点での重力値をg11, g21, g12, g22とすると，この領域内の点(x,y)での線型内挿値gは，

g1=g11*(x2-x)*(y1-y)

g2=g21*(x-x1)*(y1-y)

g3=g12*(x2-x)*(y-y2)

g4=g22*(x-x1)*(y-y2)

として，

g=(g1+g2+g3+g4)/(dx*dy)

によって得られる。

この内挿によって得られた重力値と測定値との差をもとに，各レグでのドリフト・レートを求めたところ，

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Leg1：0.216mgal/day

Leg2：0.520mgal/day

Leg3：-0.599mgal/day

Leg4：0.562mgal/day

であり，これらの値を用いた測定値の補正を行って，最終的なフリーエア異常値を求めた。

Leg2では主としてチリ西海岸近海の調査が行われた。このうち，チリ三重点を含むチリ海嶺のセグメントSCR1に沿った３測線では，既に地磁気異常プロファイルから海底の年代を求め，拡大速度が海嶺軸に近付くほど減少する傾向が得られており（松本・他，JpGU2018発表），海嶺軸が海溝に近付くにつれてマグマ供給量の減少と火山活動の衰退が示唆され，海溝付近での熱の損失により火成活動が停止した海嶺下のリソスフェアが冷却によって急激に厚くなり，周辺のリソスフェアと同化してともに抵抗なく「スラブ・プル」の力によって南アメリカプレートの下に沈み込んでいると解釈されている（松本・他，JpGU2018発表）。同じプロファイルのフリーエア異常・海底地形から二次元計算（海溝・海嶺軸方向に同一の地形・地下構造が連続していると仮定）によりブーゲー異常を求めたところ，３測線とも，海溝軸とその西側の地形の起伏に関係なく，ブーゲー異常が海嶺・海溝軸に近付くにつれて相対的に一様に減少している結果が得られた。このパターンは，通常の海溝や中央海嶺の場合と類似しているが，海溝或いは海嶺に近付くにつれての減少率は，西太平洋の海溝の場合が概ね1.5～2mgal/km，大洋中央海嶺が<0.1mgal/kmであるのに対して，本測定ではその中間の0.4～0.8mgal/kmを示している。このことは，中央海嶺での火成活動の消失と海溝での沈み込みの双方の特徴を反映していると見られるが，これについては，更なる検証が必要である。

その他，Leg1ではトンガ・ケルマデック島弧・海溝系，南部東太平洋海膨を横切る測線が，Leg3ではベリングスハウゼン海，アムンゼン海を通過し，更にエルターニン・ウジンツェフ断裂帯を横切る測線が，Leg4では南フィジー海盆，ソロモン島弧・海溝系，西カロリン海台を横切る測線が，それぞれ得られた。それぞれの結果をポスターにて紹介する。

キーワード：チリ三重点、重力異常、「みらい」
Keywords: Chile Triple Junction, Gravity Anomaly, R/V MIRAI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋底拡大初期のアファール凹地における磁気・MT探査
Magnetic and Magnetotelluric surveys across the Afar depression, transition between continental rifting and sea-floor spreading

*吉村 令慧[1]、石川 尚人[2]、Kidane Tesfaye[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[5]、Muluneh Ameha[3]、北川 桐香[4]、池間 泰斗[6]
*Ryokei Yoshimura[1], Naoto Ishikawa[2], Tesfaye Kidane[3], Shin-ichi Kagashima[4], Nobutatsu Mochizuki[5], Ameha Atnafu Muluneh[3], Kirika Kitagawa[4], Taito Ikema[6]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都大学大学院人間・環境学研究科、3. アジスアベバ大学、4. 山形大学理学部、5. 熊本大学大学院先導機構、6. 京都大学理学部
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 3. Addis Ababa University, 4. Faculty of Science, Yamagata University, 5. Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University, 6. Faculty of Science, Kyoto University

我々は、海洋底拡大現象が進行しつつあるエチオピア・アファール凹地において、地磁気縞状異常の獲得形成過程を解明する研究プロジェクトを進めている（石川他, 2017）。プロジェクトの最終目標である無人飛行機による空中磁気探査に先立ち、リフトを横切る測線を設定し、2016年度には地上踏査による磁気探査を、2017年度には広帯域Magnetotelluric (MT) 探査を実施した。調査域は、2005～2009年に発生したDabbahu リフトでのダイク貫入イベントの南方延長にあたり、この地域の地下構造を把握することは、同種のイベントの発生可能性の評価にも資すると考えられる。

地上磁気探査では、GSM-19 オーバーハウザー磁力計 (GEM systems) を使用し、地上高 2.4m にセンサーを維持しつつ4秒サンプリングで、約60km の測定を行った。同時にハンディGPSにより、1秒ごとのトラックログを記録し位置情報とした。外部磁場（日変化や磁気擾乱）の影響を補正するために、測線の西部に位置するSamara 大学敷地内に参照点を設置した。参照点との単純差を求め、磁気異常を概観すると、大局的には先行研究 (Bridges et al., 2012) と調和的なパターンが得られた。一方、短波長の分布については、lava flow を越える個所において、数1000nT に達するスパイク上のシグナルが確認された。しかしながら、その振幅は flow 毎に異なり、磁化強度の違いを反映している可能性が高い。

広帯域MT探査では、地上磁気探査測線に沿うように約4km間隔で計14点において、電磁場変動データを取得した。器材は、MTU5A (Phoenix Geophysics) ならびに ELOG1K-PHX (NTシステムデザイン) を使用し、14点中5点では電場変動のみの収録であった。予察的な解析として、MTU5Aで計測した10点のデータを用いて、二次元逆解析を行った。時系列解析では Chave & Thomson (2003) のコードを、2次元構造解析には Ogawa & Uchida (1998) のコードを使用した。得られた構造は、本研究測線の南方での先行研究 (Didana et al., 2014; 2015) や北方での先行研究 (Desissa et al., 2013; Whaler et al., 2012) に類似して、現在の拡大中心軸周辺の深部から浅部に盛り上がる低比抵抗体に特徴づけられる。さらに、東西には高比抵抗体が存在するが、非対称性が確認された。この非対称性は、拡大軸の両側の拡大速度の違いの原因もしくは結果である可能性がある。
本発表では、地上磁気探査およびMT観測の概要・構造解析結果を報告するとともに、2019年度実施予定の補充観測ならびに空中磁気探査について紹介する。

キーワード：アファール凹地、海洋底拡大、マグネットテルリック探査、磁気探査
Keywords: Afar depression, sea-floor spreading, magnetotelluric survey, magnetic survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国海盆海洋コアコンプレックスの発達：背弧拡大が止まるとき
Evolution of oceanic core complexes in the Shikoku Basin: when backarc basins cease to open

*沖野 郷子[1]、小原 泰彦[2,3]、藤井 昌和[4]、羽入 朋子[1]
*Kyoko Okino[1], Yasuhiko Ohara[2,3], Masakazu Fujii[4], Tomoko Hanyu[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海上保安庁、3. 海洋研究開発機構、4. 国立極地研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Coast Guard, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. National Institute of Polar Research

背弧海盆が何故どのようにして活動を止めるのかは，プレートテクトニクスにおける未解決問題のひとつである．四国海盆は15Ma頃に拡大を停止した背弧海盆で，海盆北部においては拡大停止後の火成活動により軸部に海山が分布するが，南端部においては拡大末期に海洋コアコンプレックスが形成されている．海洋コアコンプレックスは，プレートの分離速度に対してメルト供給量が50%程度の環境で大規模なデタッチメント断層が発達し，深部物質が浅部に露出する構造である．そのため，背弧拡大系が停止する際にメルト供給量の変動を示す直接的な証拠となりうる．2018年の夏，よこすかYK18-07航海及び白鳳丸KH-18-02航海において，四国海盆南端部23˚50’N, 138˚50’Eに位置する海洋コアコンプレックス（Mado Megamullionと命名）とその周辺の地球物理探査を実施した．本講演では，これら2航海のデータを合わせ，かつ既存の海上保安庁データとも統合し，海洋コアコンプレックスの構造と発達史について検討した結果を紹介する．

Mado Megamullionはおよそ20km四方の高まりで，海嶺軸セグメントとトランスフォーム断層の交点内角に位置する．特徴的な畝地形を有し，周囲に比べて約20mGal高いマントルブーゲー異常を示す．YK18-07におけるしんかい6500潜航及びKH-18-02で実施されたドレッジではハンレイ岩・カンラン岩といった高密度の地殻下部・マントル物質が採取されており，重力異常と調和的である．一部の岩石試料には変形構造が確認されており，デタッチメント断層面が海底に露出していると考えられる．磁化構造は，周囲の海盆底の地磁気縞異常（連続的な海洋地殻生産と海底拡大の証拠）とパターンとしては調和的といえる正負の磁化分布を示すが，明らかな拡大非対称を示している．拡大非対称は海洋コアコンプレックス形成時には広く見られる現象である．また，磁化強度はコアコンプレックス部でやや正帯磁側に偏っており，隣接する海嶺軸谷部が強い正磁化を示すことから，誘導磁化成分の存在が示唆される．3成分磁気異常解析結果は，周囲の海底が拡大軸に平行かつ明瞭な磁化境界を示すのに対し，コアコンプレックス部では強い磁化境界は存在しない．ただし，構造の3次元性はそれほど高くはなかった．また，海洋コアコンプレックス近傍の海嶺軸内部には，高重力異常を示すドーム状の小規模な高まりがあり，中央海嶺系で報告されているNTO-Massif (non-transform offset massif)の可能性が高い．また，隣接する海嶺軸セグメントにも，明らかにデタッチメント断層面とみられる明瞭な畝構造がみられるが，重力異常は弱い．

Mado Megamullion及びその周辺の海洋コアコンプレックスの形成過程と構造は，背弧海盆拡大最終ステージにおけるメルト供給量の推移を示すものである．四国海盆よりさらに南方のパレスベラ海盆では，世界最大のGodzilla Megamullionをはじめ，多くの海洋コアコンプレックス等が拡大軸部に分布しており，これらの総合的な研究は，背弧拡大系の終焉を理解する鍵となるはずである．

キーワード：背弧拡大、海洋リソスフェア、海洋コアコンプレックス
Keywords: backarc opening, oceanic lithosphere, oceanic core complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Thermal evolution of the Lanzo orogenic peridotite massif in western Alps: implications on thermal structure near subcontinental lithosphere-asthenosphere boundary

*青木 智[1]、小澤 一仁[1]、Jean-Louis Bodinier[3]、Françoise Boudier[2]
*Tomo Aoki[1], Kazuhito Ozawa[1], Jean-Louis Bodinier[3], Françoise Boudier[2]

1. 東京大学、2. モンペリエ第二大学、3. Geosciences Montpellier
1. The University of Tokyo, 2. Montpellier 2 University, 3. Geosciences Montpellier

Lithosphere-asthenosphere boundary (LAB) is a zone where heat, momentum, and materials are exchanged between conductive mantle and underlying convective mantle, and plays an important role in plate tectonics (McKenzie & Priestley, 2005; Fischer et al., 2010; Kawakatsu & Utada, 2017). Its internal structure and dynamic behavior are, however, far from understood. This study addresses this issue on the basis of petrological study of an orogenic peridotite complex. Lanzo massif in the western Alps, Northern Italy. We attempt to clarify temporal change of internal thermal structure of the complex during exhumation, from which the original thermal structures before exhumation may be estimated.
Lanzo massif is one of the largest mantle exposure thought to be a subcontinental lithospheric mantle exhumed related to the opening of the Jurassic Piedmont Sea between European continent and Adriatic continent, following slow spreading of the Atlantic mid ocean ridge (Müntener & Piccardo, 2003). The massif consists dominantly of plagioclase-bearing lherzolite, stable at the pressure lower than 1GPa, with subordinate amount of mafic rocks occurring as layers or dikes (Bodinier, 1988; Bodinier et al., 1991). The Lanzo massif divided into three bodies on the basis of petrographic characteristics: north, central and south. Previous studies argued that the northern part represents subcontinental lithospheric mantle and that the southern part may be of asthenospher origin (Bodinier, 1988; Bodinier et al. 1991). Therefore, the complex may represent a zone of lithosphere-asthenosphere boundary and can provide information on processes operated there (Bodinier, 1988; Bodinier et al., 1991; Kaczmarek & Müntener, 2008).
We examined plagioclase-bearing lherzolite collected from 16 localities covering the entire massif. Systematic variations of microstructures and mineral chemical compositions were confirmed, which is principally consistent with previous studies (Bodinier, 1988; Bodinier et al., 1991). All constituent minerals show chemical heterogeneity on grain scales, which is regarded as record of various processes the rocks underwent. Grain-scale zonings of Al and Ca in pyroxene, fluorescence-corrected Ca in olivine adjacent to pyroxenes, Cr and Al in spinel adjacent to plagioclase, and Ca and Na in plagioclase suggest that monotonous cooling and decompression accompanied by deformation occurred during decompression of the Lanzo massif. We quantified the space-dependent thermal history of Lanzo by using Ca-in-orthopyroxene geothermometer after Lindsley (1983) and Ca-in-olivine geothermometers calibrated on the basis of experimental results of Köhler & Brey (1990). All the estimated temperatures decrease from the southern body towards the northern body. The calculated temperatures were critically examined if they represent closure temperatures or a condition at which Lanzo resided for a certain period of time. The grain-scale zoning patterns indicate that the temperatures from core of orthopyroxene recorded a long residence, whereas those from rim of pyroxenes and both core and rim of olivine represent closure temperatures (Tc) at various timings during monotonous cooling. The decrease in temperatures of pyroxene cores from the south to the north by ~60K may represent a geotherm near LAB zone. All the Tc decrease from the north to the south and the difference of temperatures between the core and rim of orthopyroxene increases from the southern body to the northern body. This suggests that the cooler and probably shallower northern body cooled at slower rate at a wide temperature range

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(Tc=700-1100˚C) than the hotter and probably deeper southern body. A thermal gradient recorded in the Lanzo massif is estimated to be ~6K/km, which is greater than those estimated for deep subcontinental lithosphere at steady thermal state (Mckenzie et al., 2005). We speculate that the high geotherm might have caused by thermal perturbation from asthenosphere.

キーワード：リソスフェアーアセノスフェア境界、マントルかんらん岩、熱構造
Keywords: lithosphere-asthenosphere boundary, mantle peridotite, thermal structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南琉球及び中琉球の背弧海盆の形状の違いとテクトニクス
Comparison of the back-arc basins of the South and the Central Ryukyus in the northwest Pacific

*荒井 晃作[1]、三澤 文慶[1]、井上 卓彦[1]
*Kohsaku Arai[1], Ayanori Misawa[1], Takahiko Inoue[1]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial and Technology

琉球弧はフィリピン海プレートの沈み込みに伴って形成された島弧であり、九州から台湾に続く島嶼からなる。琉球弧の全体の長さは北東–南西方向に約1,200 kmに達し，主要な島嶼は火山島ではなく、前弧斜面に形成される高まりの列と言える。琉球弧の南東側には水深6,000～7,800 mの琉球海溝（南西諸島海溝）が，琉球弧に沿うように続いている．一方、北西側には，水深1,000～2,000 mの沖縄トラフ（舟状海盆）と呼ばれる活動的な背弧海盆が発達する。海溝軸におけるプレートの沈み込みと背弧側のリフティングが琉球弧の複雑なテクトニクスを支配していると言える。産総研では、2008年度から琉球弧周辺の海洋地質調査を開始しており、GIガンを音源としたマルチチャンネル（16 chや32 ch）の反射法音波探査を高密度に行っている。

南琉球弧北方沖（宮古島、石垣島）の斜面は沖縄トラフの軸に平行な幾筋かの正断層が発達し、地形は単純に北に向かって傾いて、深さ2000m以深に達する。一方、中琉球弧にあたる沖縄本島北西部は背後側に活動的な正断層を伴い、小さな海盆状の地形を作っている。これらの断層の走向は、ENE-WSWで北落ちの断層の発達に伴うハーフグラーベンを形成している。本発表では、反射断面からこれらの構造の違いを示すとともに、南琉球弧及び中琉球弧の背弧海盆の形状のテクトニクスに関する議論をする。

キーワード：琉球弧、背弧海盆、第四紀、反射法音波探査、マルチチャンネル
Keywords: Ryukyu Arc, back-arc basin, Quaternary, seismic reflection survey, MCS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

御荷鉾帯と空知ーエゾ帯中の苦鉄質岩の起源：地球化学的特徴とジルコンU-Pb年代およびシャツキー海台との比較
Geochemistry and zircon U-Pb ages of mafic rocks in the Mikabu and Sorachi-Yezo belts: Comparison with the Shatsky Rise

*木村 直人[1]、市山 祐司[1]、高橋 翔平[1]、伊藤 久敏[2]、田村 明弘[3]、森下 知晃[3]
*Naoto Kimura[1], Yuji Ichiyama[1], Shohei Takahashi[1], Hisatoshi Ito[2], Akihiro Tamura[3], Tomoaki Morishita[3]

1. 千葉大学、2. 電力中央研究所、3. 金沢大学
1. Chiba University, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Kanazawa University

Large igneous provinces (LIPs) are large volcanic edifices on the Earth, such as oceanic plateaus and continental traps. It is commonly believed that LIPs are formed by large-scale magmatism caused by the upwelling of unusually hot mantle plume from the deep mantle (e.g., Coffin and Eldholm, 1994). Therefore, the genesis and formation mechanisms of LIPs is crucial to understand the dynamics of the Earth’s interior and episodic global events. Recent studies have revealed that the fragments of accreted oceanic plateaus are preserved in orogenic belts as ophiolites and accretionary complexes (e.g., Kerr et al., 2000; Ichiyama et al., 2014). The investigation of accreted oceanic plateaus will help to enhance our understanding of LIPs.

The Mikabu belt in SW Japan and Sorachi-Yezo belt in central Hokkaido, North Japan contain large accreted fragments of a paleo-oceanic plateau (Kimura et al., 1994). Recently, Ichiyama et al. (2014) proposed that the Mikabu and Sorachi-Yezo picrites with highly magnesian olivine phenocrysts (up to Fo_{94}) were produced by an unusually hot mantle plume. They also suggested that these picrites are derived from the Late Jurassic oceanic plateau (hereafter named “Mikabu-Sorachi plateau”) formed on the Izanagi plate, which was possibly produced together with the Shatsky Rise at the Pacific-Izanagi-Farallon triple junction in the Pacific Ocean. However, the geochronological and geochemical comparison between the Mikabu-Sorachi and Shatsky Rise has been poorly constrained.

The Mikabu and Sorachi-Yezo mafic rocks are geochemically divided into depleted (D)-type and enriched (E)-type in the same manner as the picrites. The D-type is depleted in light rare earth elements (LREE), whereas the E-type is relatively enriched in LREE. These types were produced by higher degrees of partial melting (30-50%) than MORB. The U-Pb zircon analyses of gabbroic rocks in both belts yield the weighted mean $^{206}Pb/^{238}U$ zircon ages of 153.1-146.3 Ma for the Mikabu rocks and 146.2 and 137.6 Ma for the Sorachi-Yezo rocks.

A wide geochemical variety of basalts were recovered from the Shatsky Rise during the IODP Expedition 324 (Expedition 324 Scientists, 2010; Sano et al., 2012). The U1349-type and Normal-type basalts of the Shatsky Rise are closely similar in geochemical composition to the Mikabu-Sorachi D-type and E-type rocks, respectively. The radiometric ages of the Shastky Rise basalts show 144.6-133.9 Ma (Mahoney et al., 2005; Geldmacher et al., 2014). The magnetic anomaly lineations of the Shatsky Rise exhibit that the formation of the rise started at M21 (about 147 Ma). The zircon U-Pb ages of the Mikabu-Sorachi mafic rocks are almost coeval with the formation ages of the Shatsky Rise. However, the older radiometric ages than 147 Ma are shown in this study. Recently, Sawada et al. (2019) also report the zircon U-Pb age of 154.6 Ma for the Mikabu metabasite from the Toba area.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The magnetic anomaly lineation of M29 (about 157 Ma) drawn at the southwest of the Shatsky Rise implies that the triple junction was already present at 157 Ma. The Mikabu-Sorachi plateau was produced on the Izanagi plate before the Shatsky Rise at the triple junction. The igneous rocks in the Mikabu-Sorachi belt possibly record the information on initiation mechanisms of the triple junction and initial stages of LIPs formation in the paleo-Pacific Ocean.

キーワード：御荷鉾帯、空知-エゾ帯、シャツキー海台、ジルコンU-Pb年代、巨大火成岩岩石区、マントルプルーム
Keywords: Mikabu belt, Sorachi-Yezo belt, Shatsky Rise, zircon U-Pb age, Large igneous provinces (LIPs), mantle plume

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Submersible magnetics reveals relationship between off-axis volcanism and hydrothermal systems of the Kairei and Yokoniwa fields at the Central Indian Ridge

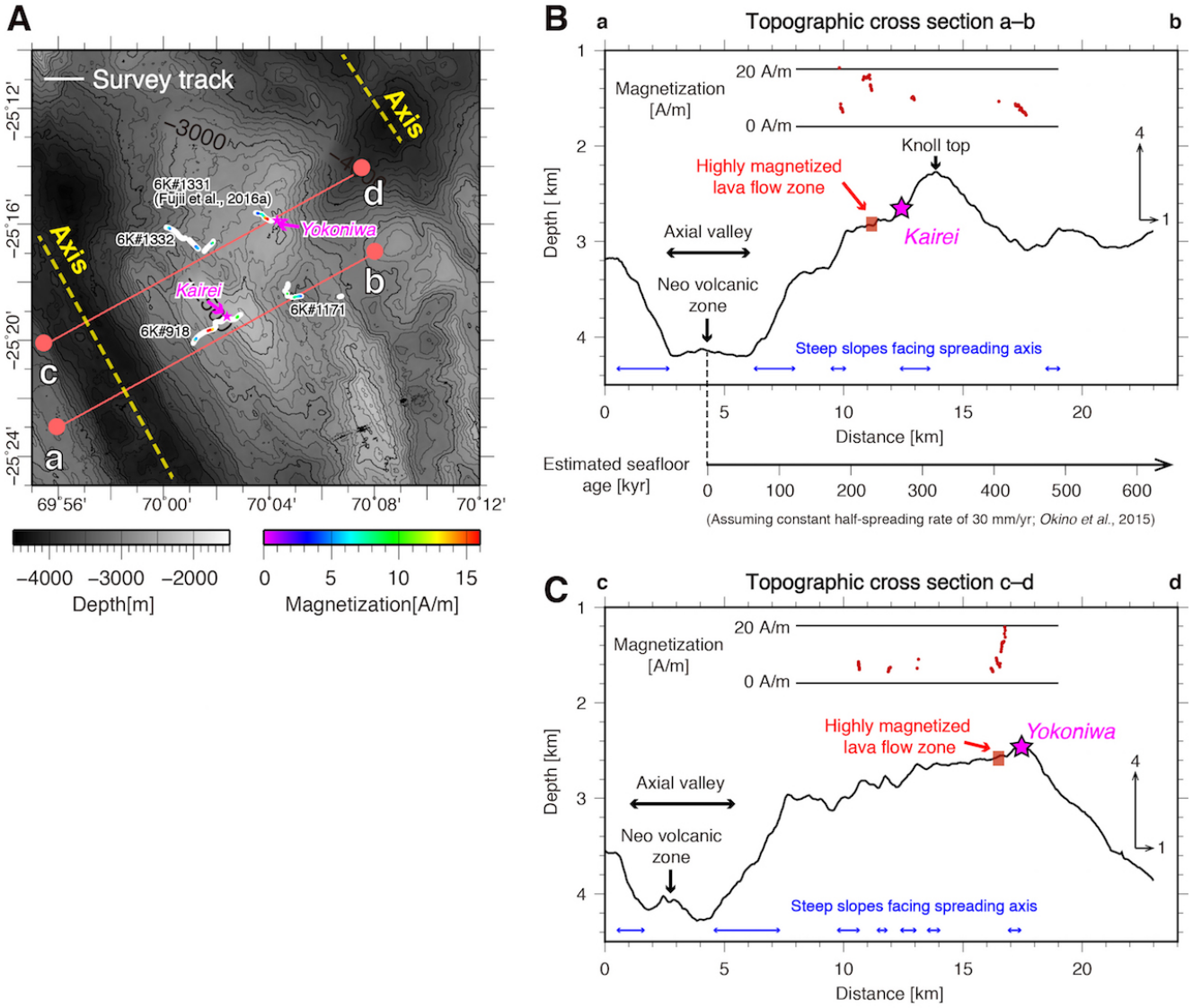
*藤井 昌和[1]、沖野 郷子[2]
*Masakazu Fujii[1], Kyoko Okino[2]

1. 国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2. 東京大学大気海洋研究所
1. National Institute of Polar Research and SOKENDAI, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The Kairei (KHF) and Yokoniwa hydrothermal fields (YHF)are hosted in mafic as well as ultramafic rocks distributed at an off-axis volcanic knoll of the Central Indian Ridge. Despite intensive investigations, their geological and geophysical background is still debated. Here, we show the results of near-seafloor magnetic anomaly surveys conducted using a submersible. We investigated the bulk magnetization of the hydrothermally altered zone and the surrounding lava flows and evaluated their intensities compared with previously reported values at axial areas of seafloor spreading environments. The KHF is characterized by low coherence between observed and modeled anomalies and low values of magnetization. This result suggests that magnetic minerals within basaltic lava flows were likely altered by hydrothermal fluid circulation. The variation pattern in the observed magnetic anomalies above the lava flows is in phase with that of the modeled magnetic anomalies for the simple assumption that the magnetization direction is parallel to the geomagnetic field. This result suggests that these lava flows preserve normal magnetic polarity corresponding to the Brunhes Chron. The estimated magnetic-anomaly-derived absolute magnetizations (MADAM) show a reasonable correlation with the natural remanent magnetizations of rock samples collected from the seafloor of the same region; their relationship is consistent with previously reported datasets from the Mariana Trough and Mid-Atlantic Ridge. The estimated MADAM intensity reaches 20 A/m in the study area, which is clearly greater than those of previously reported off-axis areas, suggesting that recent volcanic eruption may have occurred in these off-axis areas. The high magnetization distributions are commonly observed at the bottoms of the western slope from the KHF and YHF. This finding provides new insight into the distribution of highly magnetized lava flows in the off-axis areas and indicates the distribution of recent off-axis volcanic activities, which is potentially linked to the sub-seafloor hydrothermal circulation.

キーワード：中央インド洋海嶺、海底熱水循環系、深海磁気異常
Keywords: Central Indian Ridge, Seafloor hydrothermal system, Near-seafloor magnetic anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部沖縄トラフ伊平屋北海丘および伊平屋小海嶺海域における船上重磁力調査：KR18-14 Leg1/Leg2航海速報

Shipboard magnetic and gravity surveys around the Iheya North Knoll and the Iheya Minor Ridge in the Mid-Okinawa Trough: Preliminary results of KR18-14 Leg1/Leg2 cruises

*北田 数也[1]、笠谷 貴史[1]、岩本 久則[1]、野木 義史[2]
*Kazuya Kitada[1], Takafumi Kasaya[1], Hisanori Iwamoto[1], Yoshifumi Nogi[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 国立極地研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research

The Okinawa Trough, an active back-arc basin behind the Ryukyu trench, exhibits active rifting associated with extension of the continental margin. In the Mid-Okinawa Trough, more than 10 hydrothermal vent sites belonging to relatively large hydrothermal vent fields at the Iheya North Knoll, the Iheya Minor Ridge, the Izena Hole and etc., were discovered by previous studies (e.g., Halbach et al., 1989; Sakai et al., 1990; Momma et al., 1996; Kasaya et al., 2015; Nakamura et al., 2015). Although shipboard magnetic and gravity surveys are too low in resolution to investigate the hydrothermal sites, they are important for understanding the geological background of the hydrothermal systems across an entire region. As for the area off Kumejima Island in the Okinawa Trough, Kitada et al. (2018) revealed the characteristics of the submarine volcanic activity around a hydrothermal area by using dense magnetic and gravity data. In order to characterize sub-seafloor structures and the spatial distribution of the submarine volcanic activity around the Iheya North Knoll and the Iheya Minor Ridge, we conducted detailed magnetic and gravity surveys with a line spacing of 0.5 nmi aboard research vessel Kairei during the KR18-14 Leg1 and Leg2 cruises from October to November 2018. Additionally, we also compiled magnetic, gravity and bathymetric data which were collected during previous cruises by the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) over the recent years. Magnetization intensities were estimated from observed magnetic anomalies, without applying annihilator. Bouguer gravity anomalies were calculated from free-air anomalies obtained. The distribution of magnetization intensity and variation in Bouguer gravity anomalies revealed the characteristics of submarine volcanic activity. Most of the knolls in the area show a relatively high magnetization (~1.0 to ~3.0 A/M) corresponding to the individual submarine knolls. Higher Bouguer gravity anomalies (~45 to ~55 mgal) implying the lower crustal thickness were observed in the Iheya graben. The knolls including the Iheya Minor Ridge, elongated in the ENE-WSW direction parallel to the graben, exhibit the ENE-WSW trending magnetization distribution with relatively high positive intensities, so volcanism appears to be constrained by normal faults forming the rift structure. On the other hand, the Iheya North Knoll have a relatively low magnetization of ~-1.0 to ~0.0 A/M with less variation of the magnetization. Although the data are sparse (the line spacing of ~1.5 to ~2 nmi), low magnetization (~1.5 A/M) with no prominent magnetic signature was also observed in the Izena Hole. Moreover, these knolls are located on the area where the Bouguer gravity anomaly is changed from ~30 to ~10 mgal and ~45 to ~30 mgal, respectively. The magmatism associated with submarine volcanic activity and back-arc rifting will be discussed based on the results obtained from these dense surveys.

キーワード：沖縄トラフ、背弧リフティング、海底熱水系、磁気異常、重力異常
Keywords: Okinawa Trough, backarc rifting, hydrothermal systems, magnetic anomaly, gravity anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフ東奄西熱水フィールドでの浅層科学掘削
A shallow scientific drilling at Higashi Ensei Hydrothermal Field, Okinawa Trough

*熊谷 英憲[1]、笠谷 貴史[1]、戸塚 修平[2]、川口 慎介[1]、町山 栄章[1]、飯島 耕一[1]、山本 浩文[1]、金子 純二[1]、大田 優介[3]、冨田 昇平[3]、小森 省吾[4]
*Hidenori Kumagai[1], Takafumi Kasaya[1], Shuhei Totsuka[2], Shinsuke Kawagucci[1], Hideaki Machiyama[1], Koichi Iijima[1], Hirofumi Yamamoto[1], junji kaneko[1], Yusuke Ohta[3], Shohei Albert Tomita[3], Shogo Komori[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyushu Univ., 3. Kyoto Univ., 4. AIST

A shallow seabed drilling was performed in February 2019 at Higashi Ensei Hydrothermal Field, Northern Okinawa Trough (Cruise ID: KM19-E01). Two localities were selected to investigate natures of sub-seafloor lithology with and without self-potential anomaly (SP anomaly) measured by near-bottom AUV survey. Here such a SP anomaly is to be resulted from a sub-seafloor orebody consisted of mainly sulfides. A seabed drilling apparatus, BMS (Boring machine system, Cellula Robotics Ltd.), was deployed twice from R/V Kaimei. At the first drilling in the cruise, the drilled hole reached to a formation 44m beneath the seafloor but stopped there due to significant venting through the drilled hole. Volcaniclastics with and without sulfide blocks or veins were sampled even poor recovery in the shallow part of the hole. Contrasting to it, the second drilled hole reached to 10 m beneath the seafloor where intact mafic-intermediate lava flow, i.e. volcanic basement, was sampled. In the second hole, little sulfide were retrieved except orange-colored one, probably realgar associating with orpiment and stibnite, in the first core, shallower than 1.5mbsf. On board IP measurement both as well as standard MSCL and visual core description were performed for the cores from the first hole. Further, an ROV dive observation was conducted within 16.5 hours after the drilling of the first hole. An exotic white sediment was recognized in the vicinity of the hole, similarly to the IODP exp.331 at Iheya-North Knoll, and successfully sampled. In this presentation, retrieved drilled samples as well as those sampled by ROV will be reported.

キーワード：海底着座型掘削装置、自然電位異常、孔口付近の白色堆積物
Keywords: A seabed driling system, Self-potential anomaly, An exotic white sediment around the drilled hole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフごんどうサイトの海底下の熱水変質鉱物の鉱物学的・地球化学的特徴

Mineralogical and geochemical study of sediment cores collected from the Gondou hydrothermal field in the Okinawa Trough

*石橋 純一郎[1,2]、戸塚 修平[2]、堤 映日[2]、塚本 成[2]、吉良 優佑[2]、島田 和彦[1]、山崎 徹[3]、池原 研[3]、長瀬 敏郎[4]、高谷 雄太郎[5,9]、池端 慶[6]、後藤 隆嗣[7]、郷津 知太郎[7]、新城 竜一[8]、町山 栄章[9]、飯島 耕一[9]、山本 浩文[9]、熊谷 英憲[9]
*Jun-ichiro Ishibashi[1,2], Shuhei Totsuka[2], Akihi Tsutsumi[2], Naru Tsukamoto[2], Yusuke Kira[2], Kazuhiko Shimada[1], Toru Yamasaki[3], Ken Ikehara[3], Toshiro Nagase[4], Yutaro Takaya[5,9], Kei Ikehata[6], Takashi Goto[7], Chitaro Gouzu[7], Ryuichi Shinjo[8], Hideaki Machiyama[9], Koichi Iijima[9], Hirofumi Yamamoto[9], Hidenori Kumagai[9]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3. 産業技術総合研究所、4. 東北大学総合学術博物館、5. 早稲田大学創造理工学部、6. 筑波大学生命環境系、7. 蒜山地質年代学研究所、8. 琉球大学理学部、9. 海洋研究開発機構海底資源研究開発センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Graduate School of Science, Kyushu University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. Tohoku University Museum, 5. School of Creative Science and Enginerring, Waseda University, 6. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 7. Hiruzen Institute for Geology and Chronology, 8. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 9. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ごんどうサイトは中部沖縄トラフ第三久米海丘の西麓に位置する熱水活動域である（Minami and Ohara, 2017; Ishikawa et al., 2016)。2017年10～11月にSIP統合海洋資源調査システムJM17-04調査航海がJ-MARES（次世代海洋資源調査技術研究組合）によって実施され、ごんどうサイトのSouthern areaに当たる海域で海底設置型掘削装置を用いた掘削調査が行われた．本講演では、５つの掘削サイトから得られた堆積物コアを対象とした観察・解析結果をまとめ、その中から熱水変質作用に注目して報告する。

熱水性マウンドが分布する地域に掘削サイトが設定されたことから、海底直下数ｍに限られる未変質の半遠洋性堆積物を除けば、得られた堆積物はいずれも強い熱水変質作用を被っていた。最も多く見られた粘土鉱物は、イライト（一部ではイライト／スメクタイト混合層鉱物）であり、ほとんどの深度から見出された。イライトが多産することは、沖縄トラフの他の海底熱水域にも共通して見られる特徴である。これに対して、クロライトはいずれの掘削サイトでも5-15 mの幅を持つ特定の深度でのみ見出された。またカオリナイトが、２つのサイトにおいて変質を被ったパミス質火山性堆積層から見出された。クロライトは海水由来の流体が、カオリナイトは酸性流体が、それぞれ関与する熱水変質作用によって生成されたと考えられ、熱水域海底下における多様な（化学的性質が異なる）流体の挙動が伺われる。脈石鉱物である硬石膏、重晶石なども特定の深度にのみ見出される傾向があった。

謝辞
本研究は内閣府総合科学技術・イノベーション会議によるSIP課題「次世代海洋資源調査技術」の一環として実施されました。本研究に用いた堆積物コア試料はJ-MARES（次世代海洋資源調査技術研究組合）から提供いただきました。記して感謝します。

キーワード：海底熱水鉱床、海底科学掘削、熱水変質反応
Keywords: seafloor massive sulfide deposits, seafloor scientific drilling, hydrothermal alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New type of self-potential anomaly observed near a hydrothermal site of Oomuro-dashi volcano, Izu-Ogasawara arc

*川田 佳史[1,2]、笠谷 貴史[2]
*Yoshifumi Kawada[1,2], Takafumi Kasaya[2]

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 海洋研究開発機構
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Using a deep-towed electrode array, we identified a pair of positive and negative self-potential anomalies observed near an active hydrothermal field associated with a quarterly rhyolitic volcano, Oomuro-dashi, Izu-Ogasawara arc. Results with different rowed directions, the magnitude of both anomalies is of the order of millivolt. The negative anomaly is located immediately above the most active area; the positive self-potential anomaly is located a few hundreds of meters away from the most active hydrothermal area, where no apparent hydrothermal activity has been detected. The discovery of the positive self-potential anomaly in marine environments is probably the first time.

The origin of the negative self-potential anomalies may be explained by the geo-battery mechanism (Sato and Mooney, 1960), in which the presence of a conductive ore body crossing the redox gradient results in the upward electron transfer to give a negative self-potential anomaly above the body. Oxidized materials near the seafloor are reduced. In other words, an ore body near the seafloor behaves as a cathode. We have reported negative self-potential anomalies many times above hydrothermal areas of other sites (e.g., Sato et al., 2017; Kawada and Kasaya, 2017, 2018).

The origin of this newly founded positive self-potential anomaly is problematic. One possibility is that an anode of the geo-battery, where reduced materials are oxidized, is exhumed near to the seafloor. If this is true, shallow drilling or piston coring may confirm signals from oxidized chemical reactions around an anode. This is important for the understanding of the geo-battery because its anode is usually located far below the seafloor and cannot be accessed easily. Another possibility is the streaming potential, which is caused by a local charge imbalance due to the flow of electrolytes in the pore space. Although this mechanism is estimated to be minor in marine environments, a positive self-potential anomaly of the order of one millivolt may not be immediately rejected above an area of upward fluid flow. However, the area of this positive self-potential anomaly is away from the active hydrothermal site, where upward fluid discharge is expected.

キーワード：物理探査、海底資源、鉱床、酸化還元反応、熱水循環
Keywords: geophysical exploration, marine resource, ore deposit, redox reaction, hydrothermal circulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熱水流動-地球化学連成解析による海底熱水鉱床の形成シミュレーション
Numerical simulation of submarine hydrothermal ore-deposits due to a coupled process of fluid migration and reactive geochemical transport

*藤田　クラウディア[1]、山本 肇[1]、石橋 純一郎[2]、辻 健[3]
*Claudia Fujita[1], Hajime Yamamoto[1], Jun-ichiro Ishibashi[2], Takeshi Tsuji[3]

1. 大成建設株式会社、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門
1. Taisei Corporation, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Department of Earth Resources Engineering, Faculty of Science, Kyushu University

Submarine hydrothermal ore-deposits are known to be rich in metal resources and are to be found abundant around the Japanese islands. In recent years, several studies (mostly field surveys) had been carried out and a lot of data on chemical, physical and biological properties of compounds have been gathered especially for hydrothermal fields in the Okinawa Trough. However, the mechanism of formation (hydrothermal fluid flow in combination with geochemical reaction) of these deposits is not yet clearly understood.
Hydrothermal ore-deposits are formed by precipitation of metal elements from hydrothermal fluid due to rapid cooling around the seafloor where the fluid discharges. Contrary to the hydrothermal systems in the mid-ocean ridges, hydrothermal systems in the Okinawa Trough has a fluid discharge region at the seafloor in sediment-rich environment. The sediment is often composed of two components; one is hemipelagic sediment possibly transported from the continental margin and the other is volcaniclastic sediment derived from felsic volcanism in the vicinity. Because these two components have quite different permeability, it is expected complicated fluid migration within the discharge region.
In this study, we investigated the above process using a numerical code TOUGHREACT V3.0 –OMP, which is for coupled non-isothermal multiphase fluid flow and geochemical reactive transport. A 2-dimensional radial model with the radius of 5 km and a depth of 1 km below the seafloor was chosen to represent a sufficient area of the discharge region around the hydrothermal vent. The center of the radial model represented a fluid conduit (10 cm diameter) where the venting hydrothermal fluid of 300 ˚C ascends from basal to the seafloor, with a flow rate of ~1000 t/day. Almost all model parameters are chosen based on available results of geophysical survey of the Iheya hydrothermal fields in the Okinawa Trough[1)]. The geological structures were set as having diverse permeability from 1×10^{-10} m^2 to 1×10^{-16} m^2, which reflects alternating pumiceous volcaniclastics layer and hemipelagic sediment layer. The initial thermal gradient was set to 4.8 ˚C/100 m. The top boundary (seafloor) was set to constant pressure condition (20 MPa) and a basal heat flux was also imposed at the bottom (5.6×10^{6} W/m^2), assuming a pumice thermal conductivity of 0.96 W-m/˚C.
The geochemical setting included initial concentrations of primary species, as, for instance, Na^{+}, SO_4^{-2}, H_4SiO_4, Ca^{+2}, S^{-2}, Zn^{+2}, HCO_3^{-} or NH_3 for seawater and hydrothermal fluid separately. Chemical reaction including precipitation of minerals) caused by mixing of the both fluids and cooling was considered in this setting. In order to simulate accumulation of mineral precipitations to form hydrothermal deposits over a long-time duration (an order of thousands of years), the numerical simulation was conducted for 10000 years.
As a result, the following features were clarified: First, high velocity venting hydrothermal fluid ascends to the seafloor through the fluid conduit at the center of the model, whereas nearby cold water percolates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

downward from the seafloor and convection occurs. Second, among the alternating layer structure, preferential horizontal flow is obvious for layers with high permeability, which resulted in primary sulfide precipitation with a lateral extend.
These results are likely to be consistent to recent field studies during scientific drilling into the submarine hydrothermal fields in the Okinawa Trough, Japan.
This study was conducted in co-operation with Kyushu University as a part of the “Next-Generation Technology for Ocean Resources Exploration (Zipangu-in-the-Ocean Project)”, a sub-topic of the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) led by the Cabinet Office's Council for Science, Technology and Innovation.

1)Tsuji, T., Takai, K., Oiwane, H., Nakamura, Y., Masaki, Y., Kumagai, H., ... Kuramoto, S. (2012). Hydrothermal fluid flow system around the Iheya North Knoll in the mid-Okinawa trough based on seismic reflection data. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 213-214, 41-50, doi:10.1016/j.jvolgeores.2011.11.007

キーワード：海底熱水鉱床、対流、TOUGHREACT、熱水流動-地球化学連成解析
Keywords: submarine hydrothermal ore deposit, hydrothermal convection, TOUGHREACT, coupled hydrothermalfluid flow with reactive geochemical transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島レアアース泥の鉱物組成および粒度分布：超高濃度レアアース泥の生成機構への示唆

Mineral composition and grain size distribution of REY-rich mud in the Minamitorishima EEZ: Implication for formation process of extremely REY-rich mud

*酒井 巧[1]、田中 えりか[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2,1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2]
*Sakai Takumi[1], Erika Tanaka[1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Junichiro Ohta[2,1], Koichiro Fujinaga[2,1], Kentaro Nakamura[1], Yasuhiro Kato[3,1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3. 東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター
1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources, School of Engineering, The University of Tokyo

2011年，レアアース (rare-earth elements and yttrium, REY) を濃集した深海堆積物「レアアース泥」が太平洋の広域に分布しており，新規レアアース資源となる可能性が示された [1]．さらに，南鳥島周辺の排他的経済水域 (南鳥島EEZ) 内で，総レアアース濃度 (ΣREY) が5,000 ppmを超える「超高濃度レアアース泥」が発見され [2]，その詳細な空間分布の把握をはじめとする様々な研究が進められてきた [3]．しかしながら，その生成機構はいまだ完全には明らかになっていない．

近年，南鳥島EEZ内で採取された堆積物コア49本の多元素組成データを基に，同海域内の深海堆積物が特徴的な化学組成をもつ9つの堆積層に分類できることが示された [4]．この「化学層序」に基づき，ΣREY濃度が2,000 ppmを超える「ΣREYピーク」は3層存在することが明らかになった [4]. このうち，第1 ΣREYピークに相当する超高濃度レアアース泥については，鉱物組成および粒度分析から，ΣREY濃度が最大となる層準において生物源リン酸カルシウム (biogenic calcium phosphate; BCP) と十字沸石 (phillipsite) の粒度が他の層準よりも粗くなることが明らかになっている [5]．しかし，これがすべてのピーク層で普遍的な特徴であるのかは不明である．また，各化学層序ユニットと鉱物組成・粒度分布の対応は，未だ系統的に検討されていない．

そこで本研究では，各化学層序ユニットの鉱物組成および粒度分布の特徴を明らかにし，超高濃度レアアース泥の生成機構について制約を与えることを目的とした．そのために，南鳥島EEZ内で採取された17本の堆積物コアから，全化学層序ユニットをカバーするように全80試料を選定し，スミアスライド観察による鉱物組成分析およびレーザー回折・散乱式粒度分析計を用いた粒度分析を行った．その結果，各化学層序ユニット間での系統的な鉱物組成・粒度分布の違いが明らかになるとともに，すべてのΣREYピーク層でBCPおよびphillpsiteの粒度が粗くなることが確認された．このことは，強い底層流による粒度分別効果が，複数の超高濃度レアアース泥層の生成に共通して関与したことを示唆している．

Reference

[1] Kato et al. (2011) Nature Geoscience, 4, 535–539.

[2] Iijima et al. (2016) Geochemical Journal, 50, 557–573.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[3] Takaya et al. (2018) Scientific Reports, 8, 5763.

[4] Tanaka et al. Submitted to Ore Geology Reviews.

[5] Ohta et al. (2016) Geochemical Journal, 50, 591–603.

キーワード：レアアース泥、粒度分布、鉱物組成、化学層序、深海堆積物
Keywords: REY-rich mud, grain size distribution, mineral composition, chemostratigraphy, deep-sea sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島EEZのレアアース泥に含まれるマイクロマンガンノジュールの地球化学的及び形態的特徴

Geochemical and morphological features of manganese micronodules in REY-rich mud within the Minamitorishima EEZ, western North Pacific Ocean

*木野 聡志[1]、安川 和孝[1,2]、浅見 慶志朗[1]、田中 えりか[1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[1,2]
*Satoshi Kino[1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Keishiro Azami[1], Erika Tanaka[1], Koichiro Fujinaga[2,1], Kentaro Nakamura[1], Yasuhiro Kato[1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学次世代海洋資源センター
1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology

Manganese micronodules are small grains (< 1 mm) composed of manganese oxides, and constitute one of the important components of pelagic sediments. The micronodules show high contents of various heavy metals, especially of some redox-sensitive transition metals [1]. In addition to chemical compositions, the abundance and texture of micronodules can be affected by sedimentation rates and/or redox conditions of the sediment column [1, 2]. Therefore, the micronodules have been regarded as a useful indicator of the sedimentary environment.

Recently, deep-sea sediment extremely enriched in rare-earth elements and yttrium (REY) was discovered within the Japanese exclusive economic zone (EEZ) around Minamitorishima Island [3]. Previous studies reported that the extremely REY-rich mud contains significant amounts of biogenic calcium phosphate, which is a main host of REY, and phillipsite grains [3, 4]. In addition to them, manganese micronodules were also recognized in the sediment column, which were especially abundant in the extremely REY-rich layer [3, 4]. However, detailed features of the micronodules in the REY-rich mud within the Minamitorishima EEZ have not been investigated yet. Manganese micronodules in the REY-rich mud are about μm –mm ferromanganese oxides. Because their abundance and chemical compositions are considered to reflect respectively the sedimentation rate and redox conditions when they were buried [4], the micronodules can provide important constraints on the depositional environment of the REY-rich mud.

In this study, therefore, to characterize the manganese micronodules in the REY-rich mud within the Minamitorishima EEZ, we implemented (1) microscopic observations of the shape, surface texture, and relative abundance of the micronodules, and (2) bulk chemical analysis of them by using ICP-MS. We compared the geochemical features of the micronodules with those of macronodules both on the seafloor of the Minamitorishima EEZ, and also with those of macro- and micronodules in other areas.

The Minamitorishima micronodules are generally characterized by diagenetic features, although showing a compositional shift towards hydrogenetic features in some samples. Based on the integration of the observational and analytical results, we will discuss the possible changes in the sedimentary environment (e.g., sedimentation rates and redox conditions) involving the formation of the extremely REY-rich mud.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References

[1] Pattan (1993) Marin Geology 113, 331-344

[2] Svalnov et al. (2017) Oceanology 57, 3, 424-438

[3] Iijima et al. (2016) Geochemical Journal 50, 557-573.

[4] Ohta et al. (2016) Geochemical Journal 50, 591-603.

キーワード：マイクロマンガンノジュール、レアアース泥、南鳥島EEZ、全岩化学組成、形態分類
Keywords: manganese micronodules, REY-rich mud, Minamitorishima EEZ, bulk chemical composition, morphology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堆積層基盤PS変換波の走時解析に基づく日本・千島海溝域の堆積層厚さ分布

Seafloor sediment thickness around the Japan and Kurile trenches obtained by traveltime analysis for PS converted wave recoded by ocean bottom seismograms

*東 龍介[1]、豊国 源知[1]、高木 涼太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、中山 貴史[1]、内田 直希[1]、日野 亮太[1]
*Ryosuke Azuma[1], Genti Toyokuni[1], Ryota Takagi[1], Syuichi Suzuki[1], Makiko Sato[1], Takashi NAKAYAMA[1], Naoki Uchida[1], Ryota Hino[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
1. Recearch Center for Prediction of Earthquake and Volcanic Eruption, Graduate School of Science, Tohoku University

2016年より，日本海溝から千島海溝に至る東日本太平洋沖に展開されたリアルタイム海底地震観測網「日本海溝海底地震津波観測網（S-net，防災科学技術研究所）」の運用が開始された．海底下で発生する地震の震源推定には震源直上にある海底地震計で観測した地震波形を解析することが有効であるが，海底地震計の下には表層に低地震波速度の堆積層が厚く存在するため，それによる走時遅れを適切に補正する必要がある．

本研究では，自己浮上式海底地震計の下の堆積層厚さを推定するために用いられてきた堆積層基盤でP波からS波に変換する波（PS変換波）とP波初動との走時差を，日本・千島海溝の陸側・海側斜面域に展開されたS-net観測点において読み取ることにより，この海域における表層堆積層の厚さの空間分布の推定した．

波形読み取りに際し，まず，S-net観測点の加速度波形を用いて重力加速度と遠地地震表面波の振動軌跡からセンサーの設置方位を求め，収録された速度波形記録を上下・東西・南北成分に変換した（高木・他，本大会）．これまでに，根室沖から房総沖にかけての海溝海側と根室沖の海溝陸側斜面のS-net観測点について，太平洋プレート内の地震30個について水平動成分からPS変換波の読み取りを進め，P波初動との走時差の平均値を観測点ごとに推定した．その結果，PS-P走時差は海溝海側の大半の観測点で約1.3~1.5秒であったが，会合部周辺で約1.6~1.7秒であった．根室沖の陸側斜面では下部斜面と上部斜面でそれぞれ1.8秒と2.7秒程度の走時差が得られた．PS-P走時差のばらつきが陸側上部斜面上部を除き±0.15秒程度であることを踏まえれば，PS-P走時差の空間変化は近接する観測点間ではほぼみられず，会合部とそれ以外の区間とでは有意に異なるといえる．

日本海溝アウターライズ域でのPS-P走時差については，屈折法探査(Fujie et al., 2016) や海底地震観測 (Hino et al., 2009) による先行研究によりそれぞれ1.0–1.5秒，0.9–1.2秒と推定されている．これらの値と本研究の結果がほぼ同値であることから，S-net記録から読み取ったPS変換波はそれら先行研究で読み取られたものと合致する．沈み込む太平洋プレート上の表層堆積層内の地震波速度には様々な報告例があり，日本・千島海溝の地震探査先行研究(Kodaira et al., 2014; Fujie et al., 2016) では層内のVpを1.6–2.5 km/s（上部–下部），Vp/Vsを8.0と推定した．これらの値を用い，層内の鉛直方向の平均Vpを2 km/sと仮定すれば，海溝海側斜面の観測点下の堆積層の厚さは350 ~ 400 m程度と見積もられ，反射法探査(Kodaira et al., 2014; Fujie et al., 2016) の結果とも調和的である．今後，根室沖以外の陸側斜面域のS-net観測点と自己浮上式海底地震計についてもPS-P走時差を求め，東日本前弧域の堆積層厚さの分布を推定する．

謝辞：本研究では防災科学技術研究所のS-netの波形データを使用させていただきました．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：PS変換波走時解析、堆積層厚さ、海底地震計（S-net、自己浮上式海底地震計）
Keywords: PS converted-wave traveltime analysis, Sedimentary-layer thickness, Ocean bottom seismograph (S-net and pop-up type OBS)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

プレート沈み込み帯における水深測量データのみを用いた臨界尖形理論の検討

Examination of critical taper theory based on bathymetry data in subduction zones

*高下 裕章[1]、芦 寿一郎[1]、朴 進午[1]
*Hiroaki Koge[1], Juichiro Ashi[1], Jin-Oh Park[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

沈み込み帯や造山帯のように側方からの圧縮により衝上断層が卓越し、短縮変形を受けた地質体を総称してFold-and-thrust beltと呼ぶ。Critical taper modelはfold-and-thrust beltの地形パラメータから断層の摩擦係数を知るために広く用いられてきた。沈み込み帯に対してこのCritical taper modelを適用した場合、単純な地形パラメータを用いてプレート境界断層における摩擦係数の推定が可能である。そのため、Critical taper modelは地震に関連する議論においても広く用いられてきた。

ただし、Critical taper modelでは、計算に用いる地形データを取得する際、以下のような２つの問題点が指摘できる。1）反射法地震探査断面のデータが必要であるため、観測記録のある断面以外に Critical taper modelの適用ができない。2）反射法地震探査データを用いた深度断面処理において、プレート境界断層の深度が速度モデルに大きく依存し、プレート境界断層の傾斜角βの値に影響を与える。そのため正確な比較という点に関して信頼性が低い。

そこで本研究は上述の問題点を改善するため、Critical taper modelに用いるパラメータを反射法地震探査断面ではなく、水深測量データからのみ得る新たな手法の開発を行った。反射法地震探査断面から得られるプレート境界断層の傾斜角βの代わりに、プレートが沈み込む前の海溝海側斜面の傾斜角β(bathymetry)を使用し、その計算結果から手法の妥当性の検証を行った。本研究では、南海トラフを対象領域として手法の妥当性の検証を行った。南海トラフでは海溝型巨大地震の基礎研究の重要性から反射法地震探査断面が多く取得されており、従来の Critical taper modelと本研究で新たに行う手法との比較が行い易いこと、地震波やGPSなど、様々な研究手法による観測が進んでいることから、その比較対象とするべき先行研究が豊富である。そのため、Critical taper modelでのデータ取得と、結果の解釈がほかの沈み込み帯より容易であることが期待される。

本手法の妥当性の検証結果から、海底下の沈み込み帯にCritical taper modelを適用する場合、理論的に見過ごされてきた特徴があることが明らかになった。その性質とは、高い間隙水圧比がウェッジ全体で仮定される場合、有効摩擦係数の算出に際しβが結果に与える影響が非常に小さくなることである。そのため、水深測量データにおける海溝陸側斜面の傾斜αのみを用いて浅部プレート境界断層の摩擦分布を議論することが十分可能であることが示唆された。ただしその際、有効摩擦係数の算出誤差が20パーセント程度生じる点は注意が必要である。水深測量データは空間的に密に取得されたデータであるため、これにより海溝軸に沿った高密度な浅部プレート境界断層の摩擦分布を初めて算出することが可能となった。

予察的な解釈として、本手法は地震活動によるセグメントが十分に検討されていない領域において、地震・津波防災に関して資する新たな手法だと考えられる。

キーワード：沈み込み帯、臨界尖形理論、日本海溝、南海トラフ
Keywords: subduction zone, critical taper model, Japan Trench, Nankai Trough

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高分解能浅部構造探査と精密照準採泥による相模湾断層の活構造
Active structures of the Sagami Bay Fault by high-resolution sub-bottom profiling and pin-point core sampling

*芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[2]、奥津 なつみ[1]、三澤 文慶[3]
*Juichiro Ashi[1], Asuka Yamaguchi[2], Natsumi Okutsu[1], Ayanori Misawa[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 産業技術総合研究所
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

北西－南東方向に連続する相模トラフの東側斜面は，沖ノ山堆列と呼ばれる海丘群が連続する．その麓は，北西－南東方向の相模構造線が推定され，プレート沈み込み帯の構造境界と解釈されてきた（木村，1973，科学）．大河内（1990，地学雑誌）は，海丘群の麓に海底付近に達する断層（相模湾断層）と活動的な背斜構造を地震探査断面をもとに報告している．また，海陸統合地殻構造調査では，国府津-松田断層の南東延長部に東傾斜の反射面が確認され，プレート境界から分岐した断層とみられる（佐藤ほか，2010，地質学会要旨）．しかし，最近の変動を示す海底表層付近の変形は明らかになっていない．本研究は，高分解能の浅部構造探査と断層試料の採取により最近の断層の活動を明らかにすることを目的とした．

調査海域は三崎海丘の南西側斜面で，白鳳丸KH-10-3，KH-11-9, KH-16-5次の各航海で無人探査機NSSを用いた深海曳航式サブボトムプロファイラー探査と精密照準採泥を行なった．NSSは推進器とビデオカメラ，切り離しフックを備えピンポイントでのピストンコア採泥が可能である．深海曳航式サブボトムプロファイラー探査は，海底面付近で周波数1.5～6kHzのチャープ式発振・受信することで高分解能の記録が取得できる．

三浦海丘の南西斜面の複数のサブボトムプロファイラー探査測線では，斜面麓で断層とみられる反射面を確認した．反射面は北東側へ約30度傾斜し，上盤側はいずれの地点も無構造であるが，下盤側はほぼ水平な成層構造が認められる地点と崖錐堆積物とみられるカオティックな構造の認められる地点があった．サブボトムプロファイラー断面で傾斜した反射面を確認しながら，6m管のピストンコアラー採泥を行なった．深度1.2 mまでは暗緑色のシルト質粘土とシロウリガイの貝殻片を含んだ含礫泥層の互層が見られる．深度1.2 mから2.6 mまではシルト質の薄層が15 cm前後の間隔で暗緑色の粘土中に出現する．断層とみられる厚さ約5 mm のゾーンは，深度2.25 mに認められ，シルト質粘土と砂～細礫サイズの岩片から構成される．また，このゾーンは古地磁気による方位補正の結果，北～東の方向へ30度の傾斜を示し，サブブトムプロファイラー断面に見られた傾斜した反射面に相当すると解釈される．発表では三浦海丘周辺の浅部地下構造についても報告する．

キーワード：活断層、崖錐堆積物、活褶曲
Keywords: active fault, talus deposit, active fold

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ海域の断層分布と構造的特徴
Fault Distribution and Structural Characteristic in the Nankai Trough Area, Japan

*新井 麗[1]、高橋 成実[1]、勝山 美奈子[1]、田中 恵介[1]、鎌田 弘己[1]、佐藤 智之[2]、井上 卓彦[2]、金田 義行[3]
*Rei Arai[1], Narumi Takahashi[1], Minako Katsuyama[1], Shigeyoshi Tanaka[1], Hiromi Kamata[1], Tomoyuki Sato[2], Takahiko Inoue[2], Yoshiyuki Kaneda[3]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、3. 香川大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Kagawa University

As part of “The Comprehensive Evaluation of Offshore Fault Information Project” by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, JAMSTEC has conducted collecting marine seismic reflection/refraction data, bathymetric data, well data acquired within the Japan EEZ and surrounding areas, and assembling a database to serve data for future scientific research.

Data includes 1) seismic reflection/refraction data acquired by JAMSTEC, AIST(Japan Geological Survey), and Japan Coastal Guard for purposes of geological investigation and research, and 2) seismic reflection data acquired for purposes of oil and gas exploration by Ministry of Economy, Trade and Industry and Japanese oil companies.

Since 2D multichannel seismic reflection were acquired and processed according to survey standards of the early era to the recent, the original data were re-processed by applying the state-of-the-art data processing methods to obtain unified high-quality seismic profile which capable of interpreting subsurface structures and fault morphology. Within the Nankai Trough and the Izu-Ogasawara area more than 180,000 km of 2D single/multichannel data and 4,800 km^2 of 3D multichannel data was collected to set for geological interpretation.

To identify a fault which caused earthquakes in geological history, a seismic profile must show not only geomorphological feature but also subsurface displacement or flexure in sedimentary layers and bed rocks. In order to determine the fault surface and morphology, the same structure must exist on other successive profiles, and bathymetric data also helps to trace lineament caused by fault activities.
The Nankai Trough is a part of plate boundaries where the Philippine Sea Plate subducts beneath the overlying the Eurasian Plate, and seismic reflection/refraction studied have been conducted to reveal the structure of the plate boundary and to understand the mechanics of seismic hazards. This project allows to use widely acquired data from scientific purposes to economic purposes in the Nankai Trough area, and as a result, the preliminary fault distribution on the area has been mapped. Offshore of Hamamatsu, Shizuoka Pref., seismic reflection profile shows compressive structures of the two known fault zones, the Enshu fault system and the Kodaiba fault system, which extends to offshore of Shima, Mie pref. Seismic reflection profiles which cross the trough shows that the beneath the forearc basin deposits and the old accretional prism a seismic reflector that dips landward iles just above the oceanic crust. This reflector is known as the spray fault (e.g. Park et al., 2002) and can be traced in other profile, with length of more than 50km.Off the Shikoku island to Hyuganada, seismic reflection data show very complex structures such as subsiding of a seamounts and ridges or mud domes which form along faults.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：南海トラフ、海域断層、反射法地震探査
Keywords: Nankai Trough, offshore fault, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底地震計で捉えた中部琉球海溝での地震活動
Seismicity in the central Ryukyu Trench by the Ocean Bottom Seismometers

*屋嘉部 蓮[1]、中村 衛[1]、山下 裕亮[2]、篠原 雅尚[3]、山田 知朗[3]、塩原 肇[3]、望月 公廣[3]
*Ren Yakabu[1], Mamoru Nakamura[1], Yusuke Yamashita[2], Masanao Shinohara[3], Tomoaki Yamada[3], Hajime Shiobara[3], Kimihiro Mochizuki[3]

1. 琉球大学理学部物質地球科学科、2. 京都大学防災研究所、3. 東京大学地震研究所
1. University of the Ryukyus, 2. DPRI, Kyoto University, 3. ERI, Tokyo University

中部琉球海溝で発生する低周波微動活動をとらえるために設置された海底地震計記録を用いて、奄美大島から沖縄本島にかけての地域の海溝軸付近での地震活動を探った。解析には気象庁の陸上地震観測網での波形記録と、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所が設置した海底地震計で得られた地震波形データの双方を使用した。観測期間は2015年1月から2016年9月である。解析では気象庁カタログでM3.0以上のイベントを選択し、海底地震計記録と気象庁観測網の連続波形データから波形検測システムWINを用いて検測した。

次に、震源決定を行う前に、速度構造の修正を行った。1次元速度構造は、島弧域（気象庁観測点）と海域（海底地震計）で異なる速度構造モデルを採用した。島弧域モデルはJMA2001を初期モデルとして、気象庁と海底地震観測点でのP波・S波走時を使用し、連携震源決定法（Kissling et al., 1994）で速度構造を修正した。海域モデルは沖縄本島付近で行われた屈折法探査(Kodaira et al., 1996; Nishizawa et al., 2017)によるP波速度断面図を基に作成した。次に海底地震観測点ごとにP-PS時間差を読み取り、堆積層補正をおこなった。これらの値を用いて、hypomhを改良して震源決定を行った。

さらに、2016年5月から6月に海溝軸付近で発生した群発地震の発生前の活動を調べるため、群発地震が起こる約2ヶ月前の4月1日から発生直前までに近傍に設定されていた海底地震観測点で捉えられた地震のP-S時間差を読み取った。
気象庁震源と比較して、再決定された震源はプレート境界面に近づくように深さが浅くなり、平均で20～30km浅く震源が求められた。海溝軸付近では震源がより浅くなり、最大で約60km浅くなった。震央の位置は、大部分の地域で気象庁カタログと再決定結果とで大きな変化は見られなかった。しかし沖縄本島の南側では再決定震央は気象庁カタログよりも海溝側に移動していた。P-S時間差のグラフからは、群発地震が開始する約12時間前からP-S時間が短い地震が多く検出された。これは群発地震の前震活動と考えられるが、気象庁観測網では捉えられていなかった。

キーワード：海底地震計、琉球海溝、群発地震
Keywords: Ocean Bottom Seismometer, Ryukyu Trench, Earthquake Swarm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Po/So波から推定した九州下に沈み込んだフィリピン海プレートの地震学的構造
Seismic structure of subducted Philippine Sea plate beneath Kyushu inferred from Po/So waves

*志藤 あずさ[1]
*Azusa Shito[1]

1. 九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター
1. Institute of Seismology and Volcanology, Kyushu University

Po/So waves are oceanic Pn/Sn phases that are characterized by their high-frequency (f>2.5 Hz) content, long-duration, and great travel distances (up to 3000km) through the oceanic lithosphere [e.g., Linehan, 1940; Walker, 1977, 1982]. In our previous study [Shito et al., 2013], we demonstrated that Po/So waves develop from the multiple forward scatterings of P and S waves in oceanic lithosphere due to the laminated small-scale heterogeneities. Shito et al. [2015] analyzed Po/So waves in the Philippine Sea Plate, which consists of three regions with different lithospheric ages. They found that Po/So waves propagate more effectively in older regions and demonstrated that the increase in propagation efficiency of Po/So waves depending on the age of the oceanic lithosphere can be qualitatively explained by thickening of the oceanic lithosphere including small-scale heterogeneities and a reduction in the intrinsic attenuation. This study showed that Po/So waves are powerful tool to explore structural variations of the oceanic lithosphere.

Recently, such structural variations (e.g., thickness) of the incoming oceanic lithosphere are supposed to affect seismic and volcanic activity of the subduction zone [Yamamoto et al., 2013; Shibata et al., 2014]. However, it is poorly known that such structural variations of the oceanic lithosphere remain or dissipate after the subduction. In this study, we investigate the structural variations of the subducted Philippine Sea plate by using Po/So waves. We analyze Po/So waves from the earthquakes (mb>3.0, depth>50 km) that occurred in the subducted Philippine Sea slab beneath Kyushu. We compare Po/So waves propagating through different portion of the subducted Philippine Sea Plate and discuss the relation between observed features (velocity and energy) of the Po/So waves and the structural variations of the Philippine Sea plate. We verify that Po/So waves trace deeper extension of Kyushu-Palau Ridge (KPR) that is subducting beneath the Hyuga-nada region.

Acknowledgments
The data analyzed in this study were obtained from Hi-net (NIED) stations in Kyushu. The source parameters of the earthquakes were provided by JMA. This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP18K03807.

キーワード：Po/So波、フィリピン海プレート、九州パラオ海嶺
Keywords: Po/So waves, Philippine Sea Plate, Kyushu-Palau Ridge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スマトラ北西沖外縁隆起帯で視認される斜面崩壊地形とその分布
Slope failure features and their distribution in the forearc off northwestern Sumatra

*平田 賢治[1]、富士原 敏也[2]、三澤 文慶[3]、荒井 晃作[3]
*Kenji Hirata[1], Toshiya Fujiwara[2], Ayanori Misawa[3], Kohsaku Arai[3]

1. 防災科学技術研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 産業技術総合研究所
1. National Research Institue for Earth Science and Diaster resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2004年12月末に発生したスマトラ地震(Mw9.2)の1ヶ月半後のNT05-02調査航海（NT05-02 scientific party, scientific party, http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/sumatra/natsushima/bm/contents.html）、そして、およそ5年後にKY09-09調査航海（Hirata et al., 2012, JAMSTEC report)を用いて、マルチナロービーム測深調査を実施した。２つの調査航海で用いられたマルチナロービーム測深機の有効スワス幅はそれぞれ130度（NT05-02調査航海）および80度（KY09-09調査航海）と狭く、ビーム間隔は両者とも約1度を保持している。マルチナロービーム測深機のこれらの仕様は、水深2000 m相当の海底に対して水平方向に約35m間隔の分解能で海底地形を十分復元でき得ることを示唆している。Hirata et al.は、これら２つの調査によって取得されたマルチナロービーム測深データを統合し、スマトラ島北西沖の前弧域（水深約1000m～2900m）の、詳細な海底地形データ（3°50’N, 93°10’Eおよび5°00’N、94°10’E内の多角形領域の約37m間隔のグリッドデータ）を作成した。本発表では、Hirata et al.が作成した海底地形データを用いて、スマトラ北西沖前弧域に存在する斜面崩壊地形を同定し、その分布状況などについて地質学的観点から議論する。

まず、海底地形の特徴を同定しやすくするために、斜面角度図（= arctan(dz/ds)、ここでzは水深、sは斜面の最急降下方向を水平面に投影した単位距離ベクトル）、斜面角度変化図（= arctan(d^2z/ds^2)）、斜面方向図（= arctan(dx/dy)、ここでxおよびyは斜面の最急降下方向を水平面に投影した単位距離ベクトルの東向き成分および北向き成分）を作成し、これらを陰影付の海底地形図とともに視察し、斜面崩壊地形を同定した。例として、スマトラ北西沖前弧域の一部の領域（4°03’N, 93°17’Eおよび4°14’N、93°53’E）について、海底地形図（図中(a))、斜面角度図(b)、斜面角度変化図(c)、斜面傾斜方向図(d)および、これらの図から同定・解釈された斜面崩壊地形などの分布図(ｅ）を示す。

NT05-02調査航海の測深機の測深能力が水深3000m未満であったので、図中の西端に存在するはずのスマトラ北西沖のスマトラ海溝（水深約4500m）周辺の海底地形は復元できていないが、スマトラ前弧域の外縁隆起帯の西端を境する、比高約1kmに達する滑落崖地形上部を視認することができる。海底地形図などの解析によって、この滑落崖崖地形は海溝走向方向に連続する複数の斜面崩壊地形によって形成されていることが視認できる。これらの斜面崩壊地形の冠頂部は鋭角であり、ほとんど開析が進んでいないと考えられる。すなわち、これらの滑落崖地形はかなり新しい時期に形成されたと推測される。外縁隆起帯を陸側（東側）に目視していくと、冠頂部が丸みがかった斜面崩壊地形が出現するようになる。海溝側から陸側に行くにつれ、斜面崩壊地形の冠頂部の開析が進んでいる理由は、外縁隆起帯の形成過程から説明される；スマトラ海溝において海洋プレートの上部からはぎ取られた厚い堆積層が、外縁隆起帯の上部へ連続して付加する（乗り上げる）ことによって、外縁隆起帯が形成されていることが確認されている（Mosher et al.,2008, Mar.Geol., Misawa et al., 2014, EPSL）。すなわち、外縁隆起帯は、海溝側（西側）よりも陸側（東側）がより古い時代に付加している。

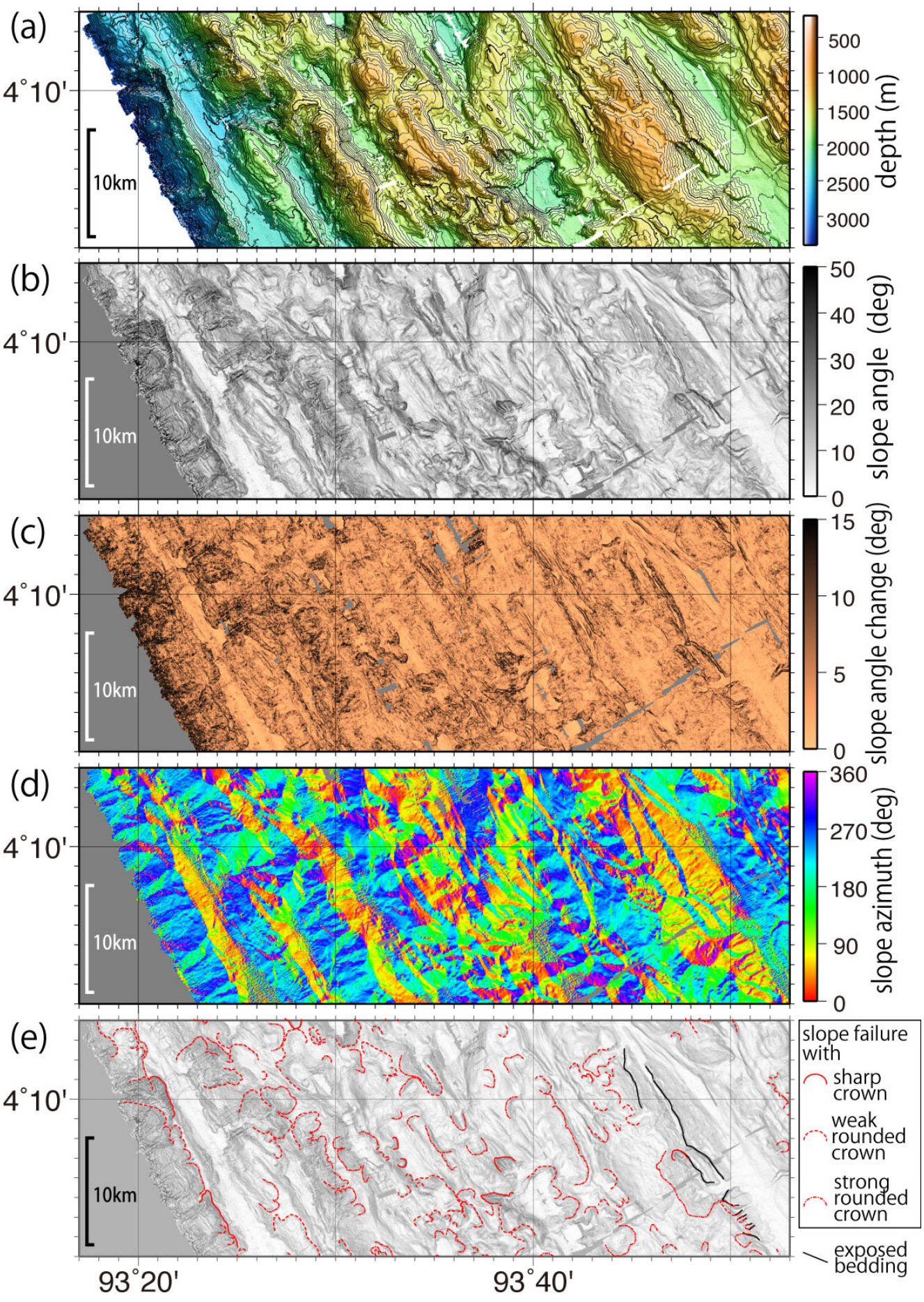
一方、この一般的ルールから逸脱し、陸側に存在し、開析が進み、いくぶん丸みがかった冠頂部を有する複

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

数の斜面崩壊が多く存在する領域で、冠頂部がまだ鋭角で開析が進んでいない、比較的新鮮な斜面崩壊地形もいくつか同定することができる（例えば、4°06’N, 93°39’E付近の幅1km程度の２つの斜面崩壊地形）。陸側に点在する、これらの比較的新鮮な斜面崩壊地形は、スマトラ北西前弧域に存在すると考えられる主な分岐断層の最近の活動と関係している可能性がある（Hirata et al., 2010, AGU）。

キーワード：スマトラ、前弧、外縁隆起帯、斜面崩壊、海底地すべり
Keywords: Sumatra, forearc, outer arc high, slope failure, submarine landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Origin and migration of fluid in the Sumatra subduction input: application of a geochronological method using a long-lived radioisotope of dissolved iodine

*尾張 聡子[1]、戸丸 仁[1]
*Satoko Owari[1], Hitoshi Tomaru[1]

1. 千葉大学大学院理学研究科
1. Chiba university

Iodine has a strong biophilic character and is highly enriched in organic matter in the marine environment. Organic matter is decomposed by thermogenic and microbial processes during the sedimentation and releases iodine into the interstitial water. Iodine has one stable isotope (^{127}I) and one long-lived radio isotope (^{129}I) with the half-life of 15.7 Myr. Therefore, the $^{129}I/^{127}I$ ratio of marine interstitial water has been used for identifying the origin of fluid. We applied iodine geochronology to the interstitial waters extracted from the deep drilling cores recovered by IODP Exp. 362, where Sumatra subduction input sediments develop more than 1400 m without major fractures. The concentration and isotopic ratio ($^{129}I/^{127}I$) of iodine dissolved in the interstitial water were analyzed in order to characterize the source and potential age of iodine prior to the subduction and examine the basic geological factors controlling the fluid migration in the input sediment body.

Concentrations of iodine and methane increase and TOC decreases toward 200 meters below seafloor (mbsf) and 1250 mbsf, which indicate degradation of organic matter around that depth and subsequent release of iodine and methane into the interstitial water. Iodine gradient is controlled by the degradation of iodine-rich organic matter microbially in shallow sediment (at 200 mbsf) and geothermally in deep sediment (at 1250 mbsf), respectively. The $^{129}I/^{127}I$ ratios between 0 and 400 mbsf vary between 300 $\times 10^{-15}$ and 800 $\times 10^{-15}$, and the lowest ratio of 300×10^{-15} is found at 175 mbsf. There are some thick sand layers > 60 meters between 0 and 400 mbsf. These porous layers transport allochthonous dissolved iodine and interstitial water, which are relatively old. However $^{129}I/^{127}I$ of 1300×10^{-15} at 67 mbsf corresponding to the sediment age of 3 Ma at 200 mbsf which is the zone of degradation of organic matter. $^{129}I/^{127}I$ between 400 to 1480 mbsf decrease from 700 $\times 10^{-15}$ to 400×10^{-15}, resulting from mixing with deep (old) iodine and shallow (young) iodine. In the input sediment, iodine gradient is strongly controlled by degradation of organic matter and the migration is controlled by vertical diffusion which indicates poor fluid migration or slow migration rate. However, the horizontal advection/migration of interstitial water is significant within the thick-porous sandy layers.

キーワード：129I、放射性ヨウ素同位体年代法、間隙水、スマトラ沈み込み帯インプット堆積物、国際深海掘削計画 第362次航海
Keywords: 129I, Iodine geochronology, Interstitial water, Sumatra subduction input, IODP Exp.362

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深海マッピングの新時代への挑戦: 無人海底地形調査の国際大会 “Shell Ocean Discovery XPRIZE”

Challenge to Future Deep-Water Mapping: Unmanned Bathymetric Survey Competition "Shell Ocean Discovery XPRIZE"

*住吉 昌直[1]
*MASANAO SUMIYOSHI[1]

1. 海上保安庁海洋情報部
1. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard

様々な分野で無人技術が発展してきている現代において、海底地形調査の世界においても、無人調査技術が活用されている。特に、深海域において高分解能の海底地形データを取得するために、自立型潜水機器（Autonomous Underwater Vehicle: AUV）が活躍している。今後、AUVの投入回収を含めた深海域マッピングの更なる無人化・自動化を進めるためには、技術革新が必要となっている。このような技術革新を促すために、深海域における無人海底地形調査の国際大会”Shell Ocean Discovery XPRIZE”が、3年間に渡って開催されている。

米国ニューハンプシャー大学では、新時代を切り開く海洋調査技術を積極的に開発しており、その一つの取り組みとして、無人技術を用いた深海域マッピングの国際大会”Shell Ocean Discovery XPRIZE”に、GEBCO-NF Alumni チームが参加している。本チームでは、水路測量技術を学ぶために2017年まで同大学へ留学していた著者が、本チームの一員として、技術の研究開発を強く押し進めてきた。本チームは、2017年11月に開催されたRound 1（準決勝: 水深2000 m級）を通過し、昨年11月にファイナリストとして、水深4000 m級のRound 2（決勝戦）に挑んだ。本稿では、決勝戦であるRound 2を含む、GEBCO-NF Alumni チームのこれまでの取り組みと成果について報告する。

キーワード：Shell Ocean Discovery XPRIZE、GEBCO-NF Alumniチーム、無人調査技術 (USV, AUV)、海底地形調査、マルチビーム測深機、合成開口ソナー
Keywords: Shell Ocean Discovery XPRIZE, GEBCO-NF Alumni Team, Unmanned/Autonomous Technologies (USV, AUV), Bathymetric Survey, Multibeam Echosounder (MBES), Synthetic Aperture Sonar (SAS)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Prototype of deep-sea ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using “A-0-A” approach for detection of long-term crustal deformation

*太田 雄策[1]、日野 亮太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、西間木 佑衣[1]、梶川 宏明[2]、小畠 時彦[2]
*Yusaku Ohta[1], Ryota Hino[1], Syuichi Suzuki[1], Makiko Sato[1], Yui Nishimagi[1], Hiroaki Kajikawa[2], Tokihiko Kobata[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 産業技術総合研究所計量標準総合センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Ocean bottom pressure gauge (OBP) can continuously observe the vertical crustal deformation in the seafloor. However, a nature of long-term drift of pressure sensors causes a serious problem in detection of the long-term crustal deformation. A possible approach to remove the sensor drift on the sea-floor is to use a dead-weight tester as the pressure standard to make in-situ calibration on the seafloor by periodically switching between the ambient pressure and the reference pressure (Sasagawa et al. 2016). Recently, an alternative approach, an “A-0-A” method, using the internal pressure of the instrument housing as the reference pressure was proposed (e.g. Wilcock et al., 2018). We investigated the long-term drift behavior and ability of “A-0-A” method by a laboratory experiment using dead-weight tester as a pressure standard (e.g. Nishimagi et al. AGU fall meeting, 2018). We regard the reading at high applied pressure as ambient pressure point (“A”) and that at atmospheric pressure as zero-point (“0”). Although the residual time series between the “A” and “0”, however, showed small discrepancy, we found drift characteristics of “A” and “0” are basically similar to each other.

Based on these laboratory experiment results, we have started to develop a proto-type of ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using “A-0-A” approach for deep-water (up to 7,000 m) deployment. We install all the equipments including a pressure sensor in a 17-in glass sphere. To measure both of the internal and external (water) pressure by a single sensor, we adopt 3-way a ball valve controlled by an electric actuator in front of the sensor, as in the previous self-calibrating system using a dead-weight tester. The actuator is operated by the microcomputer to switch by arbitrary interval. We also install alternative barometer to compare the internal pressure value recorded by the pressure sensor. The development is still under way, and we will show more detail characteristic of the prototype system and its potential abilites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広帯域海底地震計観測の高度化へ向けて：ノイズ低減と表面波アレイ分散計測

Noise reduction and surface wave array dispersion measurements applied to NOMan's broadband OBS data

*川野 由貴[1]、一瀬 建日[1]、川勝 均[1]、竹尾 明子[1]、塩原 肇[1]
*Yuki Kawano[1], Takehi Isse[1], Hitoshi Kawakatsu[1], Akiko Takeo[1], Hajime Shiobara[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

To achieve better performance of broadband ocean bottom seismometer (BBOBS) survey, we applied noise reduction analysis and dispersion measurements to the vertical component seismograms of the Normal Oceanic Mantle (NOMan) project arrays, which are previously analyzed by Takeo et al. (2018). Our noise reduction targets on the tilt noise that is significant for low-frequency (<0.1 Hz) BBOBS vertical records. Tilt noise is generated by the seafloor current which flows pass the BBOBS. It originally only dominates horizontal records, but the misalignment between the seismic sensor's vertical axis and gravitational direction allows projection of noisy horizontal tilt noise onto vertical records. Hence, vertical tilt noise can be estimated from the transfer function between horizontal and vertical records (Crawford and Webb, 2000). We developed a noise reduction method which is suitable for Japanese BBOBS based on the approach of Crawford and Webb (2000) and Bell et al. (2015). By performing noise reduction analysis, we achieved about 20 dB noise reduction at the frequency lower than 50 mHz and extracted lots of buried seismic signals. To verify the effect of noise reduction analysis, we compared array dispersion measurement results which derived from tilt noise removed and non-removed data. Using the method of Takeo et al. (2018), we measured average phase velocity and azimuthal anisotropy of fundamental mode Rayleigh waves to estimate isotropic and azimuthally anisotropic Vsv (βv) profiles. The results show that tilt noise removed data can provide us with more precise low-frequency measurements and the better-constrained structure at a depth of 80 km or deeper. Our results indicate that noise reduction preprocessing is important for improving Japanese BBOBS analysis.

キーワード：広帯域海底地震計、傾斜ノイズ、低周波、表面波アレイ解析
Keywords: broadband ocean bottom seismometer, tilt noise, low frequency, surface wave array measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底基盤岩研究に於けるハイテク・ドレッジの有用性と課題。 --海底岩石のリアルタイムモニタリングドレッジを目指して--
High-tech dredge system for abyssal bedrock research; dredge system with acoustic real time monitoring on deep sea floor.

*石井 輝秋[1]、樹田 行弘[2]、坂本 泉[3]、町田 嗣樹[4]
*Teruaki Ishii[1], Yukihiro - Kida[2], Izumi - Sakamoto[3], Shiki -- Machida[4]

1. 静岡大学防災総合センター　ishiiteruaki@hotmail.com、2. 海洋研究開発機構、3. 東海大学、4. 千葉工業大学
1. Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Sizuoka University, 2. JAMSTEC, 3. Toukai University, 4. Chiba Institute of Technology

海底地質研究には，海底地殻の構成物質を手にとり，物質科学的解析を行うことは欠かせない研究手段である．典型的な海洋地殻は，成層構造をしている，つまり，表層から順に軟堆積物，堆積岩，基盤岩である火山岩・深成岩を経て，モホ（モホロビッチ不連続面）を境としてマントルカンラン岩に至る．研究目的目標により，海底試料採取方法はさまざまに工夫された装置が開発されてきている．例えば，表層附近の堆積物採取を目的とした装置には，ピストンコア等の各種柱状採泥器がある．海洋域の地球深部物質の採取方としては，地球深部探査船「ちきゅう」により，マントルまで連続コアリングするのが理想であろうが，簡便性に欠けるうえ，成就するまでには，今から5-10年程度の歳月を要するであろう.それまで，手をこまねいて待っている訳にはいかない.

海洋底基盤岩の物質科学的研究に於いては，その成否が良質な海底地質試料採取の可否にかかっていると言っても過言ではない．海底基盤岩の採取には比較的簡便で安価な，しかもローテク（ローテクノロジー＝low technology）の典型ともいえるドレッジ（dredge）が広く使用されてきた．筆者は内外の研究調査船において，40年間にわたりドレッジ観測の実体験をしてきた．国内では数次にわたる淡青丸，白鳳丸，「よこすか」，「かいれい」航海，海外においては米国のアトランティスII，メルビル（2回），モアナウエーブ，トーマス・トンプソン航海等である．これらの体験を通じて得た知識を基に，上記航海毎にドレッジシステムの改良に連なる事例を積み重ねて，ORI-TI型ドレッジ装置（Ocean Research Institute-Teruaki Ishii Type Dredge System）を提案するに至った．ここでは，ドレッジシステム改良の経緯，米国船での体験を中心に話題提供を行う.

米国ではドレッジは昔ながらの流儀，つまりローテクを保っていてあまり技術的な進歩が見られない様に見うけられる，つまり米国では有人潜水艇や，無人の有索ロボットを使用しての研究に力が注がれているためか，ドレッジ観測法に関しては停滞している様に見受けられる．更にドレッジ手法そのものも研究者側，船側双方で伝承が上手く行われていない様にも見受けられる.

一方，日本では年毎に技術的進化・変革が見られる．特に最近では中堅から若手研究者を中心に，ドレッジシステムへのトランスポンダー技術の応用（町田他，2011）や，ドレッジ本体への深海カメラの組み込み（坂本他，2017）等，斬新なハイテク（ハイテクノロジー＝high technology）化への急速な動きが見られる．更に、2018年から「しんかい6500」のTVカメラで撮影された映像は、新たに開発された、新水中画像伝送装置（Kida et al, 2018）により、２秒毎の更新画像送信が可能となった（櫻井利明,2018参照）。近い将来比較的廉価な新水中画像伝送装置が開発されれば、ドレッジ用深海ビデオカメラ画像送信にも、応用可能となるであろう。ケーブル無しで海底を観察しながら岩石を採取できるドレッジも可能になりつつある様に思われる。海底地震計、ピストンコア、採水器、係留装置等々応用範囲は限りがないように思われる.

引用文献

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kida, Yukihiro, Mitsuyasu Deguchi, and Takuya Shimura.(2018): Experimental result for a high-rate underwater acoustic communication in deep sea for a manned submersible SHINKAI 6500, J. Marine Acoust. Soc. Jpn., 45 (4),197-207.

石井輝秋（2017）：ドレッジシステムのローテクからハイテクへの変革---海底物質科学研究の飛躍を目指して---，深田地質研究所年報，18，29-48.

坂本 泉・飯島さつき・門馬大和・谷 健一郎 （2017）：カメラ付きドレッジ「さつき」シス テム①その開発と機能紹介，ブルーアース 2017，講演要旨BE17-12.

町田嗣樹・松浦由孝・阿部なつ江・石井輝秋 （2011）：トランスポンダーを用いたドレッジのリアルタイムモニタリングにもとづく海洋底岩石採取, JAMSTEC Rep. Res. Dev, 13, 89-105.

キーワード：海底基盤岩、ハイテク・ドレッジ、RI-TI型ドレッジ、ドレッジ　トランスポンダー、ドレッジ深海ビデオ、水中音響画像伝送装置
Keywords: abyssal bedrocks, high-tech dredge system, ORI-TI type dredge, dredge transponder, deep sea dredge VTR, underwater acoustic transmission system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本周辺海域の断層データベース・システムの構築
Construction of Database System on Offshore Faults around Japan

*鎌田 弘己[1]、高橋 成実[1,2]、田中 恵介[1]、新井 麗[1]、勝山 美奈子[1]、仲西 理子[1]、藤原 広行[2]、大角 恒雄[2]、井上 卓彦[3]、佐藤 智之[3]、金田 義行[4]
*Hiromi Kamata[1], Narumi Takahashi[1,2], Shigeyoshi Tanaka[1], Rei Arai[1], Minako Katsuyama[1], Ayako Nakanishi[1], Hiroyuki Fujiwara[2], Tsuneo Ohsumi[2], Takahiko Inoue[3], Tomoyuki Sato[3], Yoshiyuki Kaneda[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、4. 香川大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. Kagawa University

JAMSTEC has performed the project for “Comprehensive Evaluation of Offshore Fault Information” sponsored by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) since FY2013. The project consists of three themes named “Sub-theme 1” gathering various kinds of existing geological/geophysical information and constructing offshore fault database system (DB), “Sub-theme 2” re-processing seismic data and interpreting offshore faults based on unified evaluation standard, and “Sub-theme 3” building offshore fault models conducted by NIED.

In Sub-theme 1, JAMSTEC has obtained or borrowed huge volumes of multi-channel seismic (MCS)/single-channel seismic (SCS) reflection data and ocean bottom seismometer (OBS) refraction data surveyed around Japan from various organizations including national research institutes and private enterprises, and has collected seismic velocity information, bathymetry data etc. After the quality check of these data, they are made into a database and unitary management of them are carried out. The final output of Sub-theme 1 is an offshore fault DB comprising the data sets of collected/re-processed seismic data and overall offshore fault information provided by Sub-theme 2 and Sub-theme 3. In Sub-theme 2, the past old-fashioned MCS data have been re-processed applying the latest sophisticated technology with de-multiple filtering and noise suppression for obtaining the high resolution profile of these seismic sections. Using the MCS/SCS data, offshore faults around Japan have been identified based on unified evaluation standard. Some geological horizons and a plate boundary have been also interpreted to model subsurface geometry and 3D velocity structure. The final output of Sub-theme 2 is to delineate the spatial distribution and continuity of identified faults on the high resolution bathymetric map such as a red relief image map, and to organize their features/parameters such as type, length, dipping direction, extension etc. after the seismic time–depth conversion using 3D velocity structure model. The 3D velocity structure has been modeled using collected OBS refraction data, velocity analysis results in MCS re-processing and some available published data. In Sub-theme 3, NIED has built the offshore fault models based on a fault information catalog completed by Sub-theme 2. The model validation for historical earthquake source faults with the magnitude over seven has been also conducted through ground motion and tsunami simulations.

This poster presentation focuses on the offshore fault DB constructed by Sub-theme 1 of the project. JAMSTEC has finished the clarification of faults in the Sea of Japan, and around the sea area of the Nansei Islands and Izu-Ogasawara Islands by FY2017. We are currently working on the interpretation of subsurface structure and fault distribution in the Nankai Trough area, and continue to register MCS/SCS reflection time/depth sectional figures, 3D velocity models, NIED’s fault models and their parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

into the DB sequentially. The trial operation of the DB has been also done at the subcommittee of the Headquarters for Earthquake Research Promotion of MEXT. The DB is highly expected to become a useful tool that contribute to tsunami hazard evaluation and disaster management conducted by Japanese government and local authorities, and that improve the public awareness against disaster prevention.

We would like to express our acknowledgements to Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC), Japan Coast Guard (JCG), Geospatial Information Authority of Japan (GSI), AIST, Akita Prefecture, Okinawa Prefecture, University of Tokyo, Toyama University, Inpex Corporation and Japan Petroleum Exploration Co.,Ltd. (JAPEX) for providing the geological/geophysical data.

キーワード：海域断層、地震探査データ、三次元速度構造、断層モデル、データベース
Keywords: Offshore Fault, Seismic Data, 3D Velocity Structure, Fault Model, Database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数の海底反射強度データを統合する方法

An integration method for multiple sets of seafloor backscatter intensity data

*町田 嗣樹[1,2]、佐藤 太一[3]、安川 和孝[2]
*Shiki Machida[1,2], Taichi Sato[3], Kazutaka Yasukawa[2]

1. 千葉工業大学　次世代海洋資源研究センター、2. 東京大学、3. 産業技術総合研究所
1. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 2. University of Tokyo, 3. AIST

Acoustic backscattering of the seafloor is thought to provide a useful signal representing the existence of hard materials, such as lava flows with ferromanganese crust along the slope of seamount or knoll [1, 2], and ferromanganese nodules on the seafloor [3]. Previous investigations using vessel-equipped multi-narrow beam echo sounder (MBES) [1–3] identified variations of distributions over an area of tens or hundreds of square kilometres. Therefore, vessel-equipped MBES can provide a more economical exploration for vast areas than that provided by underwater apparatuses such as a deep-towed side scan sonar. However, a disadvantage inhibiting its use is that the different physical and technical parameters, such as sounder characteristics, observation period, and processing, yield different absolute values of backscatter intensity for the same area. As a solution, we propose a generally applicable method for obtaining the widespread distribution of deep-sea solid materials using a combination of several datasets of vessel-equipped MBES.

The Japanese exclusively economic zone (EEZ) around Minamitorishima Island in the western North Pacific is the best candidate area in which to analyse vessel-equipped multibeam backscatter data. This is due to the fact that several research cruises, operated by the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), have obtained multiple sets of backscatter data, combined with bathymetry mapping. These data were obtained with an identical MBES (SeaBeam 3012. multibeam system) for each of the four cruises of *R/V Mirai*(MR14-E02, MR15-E01 Legs 2 and 3, and MR15-02) in 2014 and 2015, and with the other MBES (SeaBeam 2112.004 multibeam system) during a cruise of *R/V Yokosuka* (YK10-05) in 2010.

We identified two important components for successfully integrating several sets of backscatter intensity data collected by vessel-equipped MBES, as follows. (1) The folding points in the trend of the second-order differential values of the histogram of backscatter data correspond to the boundaries between different types of geology, e.g. barren pelagic sediment and dense ferromanganese nodules. (2) These thresholds each indicate that the same geologic boundaries appear at similar intervals in the histogram, even if the absolute values of intensity are different for each dataset. In particular, this latter component ensures linear fitting of the thresholds used to adjust each dataset to the arbitrary standard data. We need the confirmation of the geographical distributions of the identified boundary intensities between the different datasets. In this presentation, we will show an example of data integration for nine datasets to map the backscatter intensity of a region of approximately 155,500 km^2in the Japanese EEZ around Minamitorishima Island.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References: [1] Hirano et al. (2006) *Science***313**, 1426–1428. [1] Hirano et al. (2016) *Mar. Geol.***373**, 39–48. [3] Machida et al. (2016) *Geochem. J.***50**, 539–555.

キーワード：後方散乱強度、マルチナロービーム音響測深機、南鳥島EEZ
Keywords: backscatter intensity, multi-narrow beam echo sounder, Minamitorishima EEZ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ETOPO1を用いた海洋の平均水深の精密計算
A precise calculation of average depth for ETOPO1

*原田 靖[1]、堀内 沙恵[1]
*Yasushi Harada[1], Sae Horiuchi[1]

1. 東海大学 海洋学部 海洋地球科学科
1. School of Marine Science and Technology, Tokai University

ETOPO1とは NOAAより作成されたWGS84回転楕円体に準拠した全球1分メッシュ, 格子点数4億6656個のデジタル地形データである．NOAAはこのETOPO1を用いて平均水深を求めており，結果は-3688 mで誤差は1%と発表されている．https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/etopo1_ocean_volumes.html

これは地理座標を基準にした格子点の水深を抽出して平均水深を求めているが, この方法では特に極地域で測点間隔が極端に小さくなり, 地球は極域に主に大陸があるので, 水深の計算に偏りが出てしまう. 一般には正確な平均水深を計算するためには一様な分布の測点が必要とされる．

一方, 山路(2001)はGeneralized Spiral Set(一般化螺旋集合)を用いたGSS Generator(以下GSS)というソフトウェアを公開しており, 数学的に一様な任意個数の点を球面上に生成することが可能である. そのため本研究では，このGSSを用いて従来の方法と比較した．GSSは測点間隔が一様という利点があるが真球(地心座標)を採用しており，一方従来の方法は測点間隔が非一様であるがWGS84(地理座標)に準拠しているという利点があるからである．いくつかの数値的な解析の結果, 以下のことが分かった. WGS84回転楕円体と真球との違いによる測点間隔の非一様性は, 地理座標を採用したことによる測点間隔の非一様性と同程度かやや小さくなることが分かった. またこの計算結果からETOPO1の平均水深は, -3685.9 ±0.5mとなり, NOAAの-3688 mより約２ｍ浅くなった.

キーワード：ETOPO1、平均水深、GSS Generator
Keywords: ETOPO1, average depth, GSS Generator

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_29

[S-CG56] 海洋底地球科学

コンビーナ:沖野 郷子(東京大学大気海洋研究所)

海洋底は現在の地球上において最も活動的な場所です。海洋底で起こるさまざまな地学現象はプレートテクトニクスのみならず地球深部の構造やダイナミクス、さらに地球表層環境と密接な関わりがあります。また、海洋底には過去の環境変動の歴史や物質循環の記録が残されています。本セッションでは、”海洋底”というキーワードを含む研究成果の発表を海嶺系・沈み込み帯・ホットスポットなど地域によらず、地球物理学的・地球化学的・地質学的など研究分野によらず、観測的・実験的・理論的・技術開発的など研究手法によらず、幅広く歓迎します。多様な研究者が集い議論できる場として、新しい海洋底像を描き出すことを目標とします。共同コンビーナ：田所敬一（名古屋大）、石塚治（産総研）、土岐知弘（琉球大）、高橋成実（JAMSTEC)

[SCG56-P01] Signature of plume-ridge interaction on bathymetry and geochemistry along mid-ocean ridges: Insights from the Réunion Plume and Central Indian Ridge

*Clement Vincent[1]、Jung-Woo Park[1]、Sang-Mook Lee[1]、Jonguk Kim[2]、Sang-Joon Pak[2] (1.Seoul National University、2.Korea Institute of Ocean Science and Technology)

[SCG56-P02] Spreading rate and its stability of Chile Ridge near the Chile Triple Junction

*石原 隆仙[1]、松本 剛[1] (1.独立大学法人琉球大学)

[SCG56-P03] 南部チリ沖南極プレート上に発見した海山群

*富士原 敏也[1]、阿部 なつ江[2]、原田 尚美[3]、「みらい」MR16-09 Leg 2 乗船研究者 (1.海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、3.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター)

[SCG56-P04] 「みらい」MR16-09航海による海上重力測定：特にチリ三重点周辺の重力異常の特徴

*松本 剛[1]、石原 隆仙[1] (1.琉球大学理学部)

[SCG56-P05] 海洋底拡大初期のアファール凹地における磁気・MT探査

*吉村 令慧[1]、石川 尚人[2]、Kidane Tesfaye[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[5]、Muluneh Ameha[3]、北川 桐香[4]、池間 泰斗[6] (1.京都大学防災研究所、2.京都大学大学院人間・環境学研究科、3.アジスアベバ大学、4.山形大学理学部、5.熊本大学大学院先導機構、6.京都大学理学部)

[SCG56-P06] **四国海盆海洋コアコンプレックスの発達：背弧拡大が止まるとき**

*沖野 郷子[1]、小原 泰彦[2,3]、藤井 昌和[4]、羽入 朋子[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海上保安庁、3.海洋研究開発機構、4.国立極地研究所)

[SCG56-P07] Thermal evolution of the Lanzo orogenic peridotite massif in western Alps: implications on thermal structure near subcontinental lithosphere-asthenosphere boundary

*青木 智[1]、小澤 一仁[1]、Jean-Louis Bodinier[3]、Françoise Boudier[2] (1.東京大学、2.モンペリエ第二大学、3.Geosciences Montpellier)

[SCG56-P08] 南琉球及び中琉球の背弧海盆の形状の違いとテクトニクス

*荒井 晃作[1]、三澤 文慶[1]、井上 卓彦[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SCG56-P09] 御荷鉾帯と空知－エゾ帯中の苦鉄質岩の起源：地球化学的特徴とジルコンU-Pb年代およびシャツキー海台との比較

*木村 直人[1]、市山 祐司[1]、高橋 翔平[1]、伊藤 久敏[2]、田村 明弘[3]、森下 知晃[3] (1.千葉大学、2.電力中央研究所、3.金沢大学)

[SCG56-P10] Submersible magnetics reveals relationship between off-axis volcanism and hydrothermal systems of the Kairei and Yokoniwa fields at the Central Indian Ridge

*藤井 昌和[1]、沖野 郷子[2] (1.国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P11] 中部沖縄トラフ伊平屋北海丘および伊平屋小海嶺海域における船上重磁力調査：KR18-14 Leg1/Leg2航海速報

*北田 数也[1]、笠谷 貴史[1]、岩本 久則[1]、野木 義史[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立極地研究所)

[SCG56-P12] 沖縄トラフ東奄西熱水フィールドでの浅層科学掘削

*熊谷 英憲[1]、笠谷 貴史[1]、戸塚 修平[2]、川口 慎介[1]、町山 栄章[1]、飯島 耕一[1]、山本 浩文[1]、金子 純二[1]、大田 優介[3]、冨田 昇平[3]、小森 省吾[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.九州大学、3.京都大学、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[SCG56-P13] 沖縄トラフごんどうサイトの海底下の熱水変質鉱物の鉱物学的・地球化学的特徴

*石橋 純一郎[1,2]、戸塚 修平[2]、堤 映日[2]、塚本 成[2]、吉良 優佑[2]、島田 和彦[1]、山崎 徹[3]、池原 研[3]、長瀬 敏郎[4]、高谷 雄太郎[5,9]、池端 慶[6]、後藤 隆嗣[7]、郷津 知太郎[7]、新城 竜一[8]、町山 栄章[9]、飯島 耕一[9]、山本 浩文[9]、熊谷 英憲[9] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所、4.東北大学総合学術博物館、5.早稲田大学創造理工学部、6.筑波大学生命環境系、7.蒜山地質年代学研究所、8.琉球大学理学部、9.海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)

[SCG56-P14] New type of self-potential anomaly observed near a hydrothermal site of Oomuro-dashi volcano, Izu-Ogasawara arc

*川田 佳史[1,2]、笠谷 貴史[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.海洋研究開発機構)

[SCG56-P15] 熱水流動-地球化学連成解析による海底熱水鉱床の形成シミュレーション

*藤田　クラウディア[1]、山本 肇[1]、石橋 純一郎[2]、辻 健[3] (1.大成建設株式会社、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門)

[SCG56-P16] 南鳥島レアアース泥の鉱物組成および粒度分布：超高濃度レアアース泥の生成機構への示唆

*酒井 巧[1]、田中 えりか[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2,1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[SCG56-P17] 南鳥島EEZのレアアース泥に含まれるマイクロマンガンノジュールの地球化学的及び形態的特徴

*木野 聡志[1]、安川 和孝[1,2]、浅見 慶志朗[1]、田中 えりか[1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源センター)

[SCG56-P18] 堆積層基盤PS変換波の走時解析に基づく日本・千島海溝域の堆積層厚さ分布

*東 龍介[1]、豊国 源知[1]、高木 涼太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、中山 貴史[1]、内田 直希[1]、日野 亮太[1] (1.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター)

[SCG56-P19] プレート沈み込み帯における水深測量データのみを用いた臨界尖形理論の検討

*高下 裕章[1]、芦 寿一郎[1]、朴 進午[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[SCG56-P20] 高分解能浅部構造探査と精密照準採泥による相模湾断層の活構造

*芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[2]、奥津 なつみ[1]、三澤 文慶[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P21] 南海トラフ海域の断層分布と構造的特徴

*新井 麗[1]、高橋 成実[1]、勝山 美奈子[1]、田中 恵介[1]、鎌田 弘己[1]、佐藤 智之[2]、井上 卓彦[2]、金田 義行[3] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人産業技術総合研究所、3.香川大学)

[SCG56-P22] 海底地震計で捉えた中部琉球海溝での地震活動

*屋嘉部 蓮[1]、中村 衛[1]、山下 裕亮[2]、篠原 雅尚[3]、山田 知朗[3]、塩原 肇[3]、望月 公廣[3] (1.琉球大学理学部物質地球科学科、2.京都大学防災研究所、3.東京大学地震研究所)

[SCG56-P23] Po/So波から推定した九州下に沈み込んだフィリピン海プレートの地震学的構造

*志藤 あずさ[1] (1.九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター)

[SCG56-P24] スマトラ北西沖外縁隆起帯で視認される斜面崩壊地形とその分布

*平田 賢治[1]、富士原 敏也[2]、三澤 文慶[3]、荒井 晃作[3] (1.防災科学技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P25] Origin and migration of fluid in the Sumatra subduction input: application of a geochronological method using a long-lived radioisotope of dissolved iodine

*尾張 聡子[1]、戸丸 仁[1] (1.千葉大学大学院理学研究科)

[SCG56-P26] 深海マッピングの新時代への挑戦: 無人海底地形調査の国際大会“Shell Ocean Discovery XPRIZE”

*住吉 昌直[1] (1.海上保安庁海洋情報部)

[SCG56-P27] Prototype of deep-sea ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using“A-0-A”approach for detection of long-term crustal deformation

*太田 雄策[1]、日野 亮太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、西間木 佑衣[1]、梶川 宏明[2]、小畠 時彦[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.産業技術総合研究所計量標準総合センター)

[SCG56-P28] 広帯域海底地震計観測の高度化へ向けて：ノイズ低減と表面波アレイ分散計測

*川野 由貴[1]、一瀬 建日[1]、川勝 均[1]、竹尾 明子[1]、塩原 肇[1] (1.東京大学地震研究所)

[SCG56-P29] 海底基盤岩研究に於けるハイテク・ドレッジの有用性と課題。 - -海底岩石のリアルタイムモニタリングドレッジを目指して- -

*石井 輝秋[1]、樹田 行弘[2]、坂本 泉[3]、町田 嗣樹[4] (1.静岡大学防災総合センター　ishiiteruaki@hotmail.com、2.海洋研究開発機構、3.東海大学、4.千葉工業大学)

[SCG56-P30] 日本周辺海域の断層データベース・システムの構築

*鎌田 弘己[1]、高橋 成実[1,2]、田中 恵介[1]、新井 麗[1]、勝山 美奈子[1]、仲西 理子[1]、藤原 広行[2]、大角 恒雄[2]、井上 卓彦[3]、佐藤 智之[3]、金田 義行[4] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.国立研究開発法人防災科学技術研究所、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所、4.香川大学)

[SCG56-P31] 複数の海底反射強度データを統合する方法

*町田 嗣樹[1,2]、佐藤 太一[3]、安川 和孝[2] (1.千葉工業大学　次世代海洋資源研究センター、2.東京大学、3.産業技術総合研究所)

[SCG56-P32] ETOPO1を用いた海洋の平均水深の精密計算

*原田 靖[1]、堀内 沙恵[1] (1.東海大学 海洋学部 海洋地球科学科)

Signature of plume-ridge interaction on bathymetry and geochemistry along mid-ocean ridges: Insights from the Réunion Plume and Central Indian Ridge

*Clement Vincent[1], Jung-Woo Park[1], Sang-Mook Lee[1], Jonguk Kim[2], Sang-Joon Pak[2]

1. Seoul National University, 2. Korea Institute of Ocean Science and Technology

Plume-ridge interaction is an important thermal and geological process, which results in various physical and chemical anomalies along a significant length of the global mid-ocean ridges system. Despite numerous studies, some remaining questions to be solved are origin and mechanisms of geochemical variations and their possible influence on the morphology of mid-ocean ridges. The Central Indian Ridge, with a slow to intermediate spreading rate, provides an ideal opportunity to explore distant plume-ridge interactions. Presently, the ridge is moving away from the hotspot. The hotspot which started at the Deccan Traps (65 Ma) is presently 1000 km away from the Central Indian Ridge, at the Réunion Island. Paleogeographic reconstruction suggests that the hotspot crossed the middle part of the Central Indian Ridge (MCIR) between 8˚S and 17˚S at ~34 Ma. Studies suggest that the plume material that flows into the Central Indian Ridge is more or less concentrated around 19˚S, to the south of Marie Celeste Fracture Zone (MCFZ). In addition, recent geochemical study show southward-increasing gradient in Réunion mantle component between 14˚S and 18˚S north of MCFZ. The detailed mechanism of the plume interaction on the MCIR is in debate. In this study, we revisited the MCIR with additional Nd, Sr and Pb isotope analyses and ship-board high-resolution bathymetry data to constrain the influence of the Ré union plume on geochemistry and bathymetry of the MCIR. The results show that the geochemical anomaly observed between 14˚S and 18˚S are found only in the northern part of segments and subsegments, and these enrichments correlate with the shallow axial bathymetry. The localized geochemical and bathymetric anomalies can be ascribed to a hotspot leading edge effect where the hotspot leading segments are offset in the direction of the plume and are more influenced by the plume materials. It appears that discontinuities such as transform faults and the non-transform discontinuities influence the flow of mantle plume material into the ridge, and that the proximity of the ridge to the hotspot plays an important role in the plume-ridge interaction.

Keywords: Plume-ridge interaction, Reunion Plume, Central Indian Ridge, MORB

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spreading rate and its stability of Chile Ridge near the Chile Triple Junction

*石原 隆仙[1]、松本 剛[1]
*Takanori Ishihara[1], Takeshi Matsumoto[1]

1. 独立大学法人琉球大学
1. Ryukyu university

Chile triple junction (CTJ) is located at 46°13'S, 75°13'W off the coast of Chile and is composed of Nazca plate, Antarctic plate and South America plate, forming a ridge-trench-trench type triple junction. Chile ridge that is an active spreading ridge is subducting under the South America plate at CTJ and is the only ridge system that is currently subducting under trench in the world. Therefore this area is an important target to study the behavior of the active ridge just before subduction. And also, the mechanism and a possible driving force of the active ridge subduction are also to be studied by subsurface structure, age, development history, and so on through marine geophysical survey. The authors analysed total geomagnetic data from the tracks along the segments and attempted to obtain seafloor spreading rate at each segment and seafloor age from magnetic anomaly, and spreading stability in this area by the magnetic N/R boundary strikes derived from the three component magnetic data. Both the total force and the three-component magnetic data for this study were obtained from MR16-09 cruise by R/V MIRAI, Leg1 and Leg2. Marine Trackline data that were achived in National Geophysical Data Center were also used supplementarily. Seafloor spreading rate decrease is shown along almost all the tracks close to the trench, and comparison of several track data along the Segment SCR1 shows the same characteristics that spreading rate along the southern track is slower than that along the northern track. Moreover, the result from the other segments show that SCR1’s spreading rate (about3.0cm/yr) is higher than SCR3’s one (about 2.0cm/yr). These results show spreading rate is decreasing as the ridge is close to the trench. This mightbe due to declining of igneous activity and reduction of magma supply rate near the trench as Matsumoto et al (2013) showed. The reason why the young seafloor subducts early is that increasing of slab pull force caused by thickening of the oceanic lithosphere by cooling with closing the trench. Magnetic N/R boundary strike shows almost uniform trends, except near Guamblin fracture zone, so spreading stability is attained on the whole.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南部チリ沖南極プレート上に発見した海山群
Newly Mapped Seamounts on the Antarctic Plate off Southern Chile

*富士原 敏也[1]、阿部 なつ江[2]、原田 尚美[3]、「みらい」MR16-09 Leg 2 乗船研究者
*Toshiya Fujiwara[1], Natsue Abe[2], Naomi Harada[3], Mirai MR16-09 Leg 2 Shipboard Science Party

1. 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター、2. 海洋研究開発機構海洋掘削科学研究開発センター、3. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Research and Development Center for Ocean Drilling Science, 3. Research and Development Center for Global Change

JAMSTEC調査船「みらい」のMR16-09 Leg 2航海（2017年1月20日～2月5日：プエルトモント～プンタアレナス）において、南部チリ沖（ハノーバー島沖）南極プレート上の海山群の海底地形、海上重力、地磁気調査を行った。本調査海域の調査例は少なく、本航海のトランジット・データも含めて、貴重なデータが得られた。

海底地形データの取得にはSeaBeam 3012マルチビーム音響測深機、重力はMicro-G LaCoste and Romberg S-116船上重力計、地磁気はGeometrics G-882曳航式セシウム磁力計、Tierra Tecnica SFG1214船上3成分磁力計を用いた。残念ながら、岩石試料の採取、反射法地震波探査は行われなかった。

海山群は南極プレート上に位置する。海洋地殻を形成した中央海嶺（チリ海嶺）は、既に南米プレート下に沈み込んでいると考えられる。Cande et al. (1982)により、付近の海底でAnomaly 6aが同定されている。Muller et al. (2008)によれば、海山群の地点の地殻形成年代は18 Maである。本調査では、振幅約400 nTの地磁気縞状異常が観測されており、海洋地殻年代、海底拡大速度については検証する。

周囲の海底は堆積層に覆われていて、海底地形にアビサルヒルの走向が見えない。海山群中最大の山体は、南緯51度0分、西経79度25分に位置する。海山の長軸は約17 km、短軸は約10 km、長軸の走向は約N45°Wである。海山の基底の水深は約3900 m、山頂部の最小水深約2900 mで、比高が1000 mある。海山の周りは溝地形で囲まれており、溝地形の深さは最大約100 mである。山体の底面積はおよそ約160平方kmで、海底部からの体積は約70立方kmである。山頂にはカルデラ地形が見られる、最大の海山のカルデラの深さは約200 m、直径約2.5 kmである。

人工衛星からの海面高度・重力異常観測により、その海山の存在は推定されていた。その比高は364 mとされていた（Kim and Wessel (2011)による海山カタログ、ID: KW-05846）が、規模の小さな海山であるため、正確には推定できていなかった。海上観測されたフリーエア重力異常は、海山基底部の重力異常値が約+20 mGal、海山頂部での重力異常値は約+50 mGalで、海山に起因する重力異常の振幅は約30 mGalである。人工衛星からの重力異常観測（Sandwell et al., 2014）より、約20 mGal大きい振幅が観測された。

キーワード：チリ沖、南極プレート、海山、海底地形、重力異常、地磁気異常
Keywords: Off Chile, Antarctic Plate, Seamount, Bathymetry, Gravity Anomaly, Magnetic Anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「みらい」MR16-09航海による海上重力測定：特にチリ三重点周辺の重力異常の特徴

Surface-ship gravimetry on board MR16-09 Cruise by R/V MIRAI - Characteristrics of gravity anomaly around the Chile Triple Junction

*松本 剛[1]、石原 隆仙[1]
*Takeshi Matsumoto[1], Takanori Ishihara[1]

1. 琉球大学理学部
1. Faculty of Science, University of the Ryukyus

「みらい」MR16-09航海は，2016年12月～2017年３月の間，フィジー・チリ・ニュージーランド・むつを寄港地として，主に南太平洋を東西に，西太平洋を南北に横断するコースで実施され，広範囲且つ長測線の海洋地球物理観測プロファイルを得ることが出来た。また，チリ西海岸のタイタオ半島沖の南緯46度13分・西経75度48分に位置し，ナスカプレートと南極プレートを産み出す拡大境界であるチリ海嶺がチリ海溝で南アメリカプレートの下に沈み込んでいるチリ三重点（CTJ）付近で，拡大軸セグメント上でのプロファイルを得ることができた。

観測に使用した船上重力計は，相対測定方式のラコストS-116である。通常は出発地・寄港地・到着地で至近の重力点（重力の絶対値がわかっている地点）と岸壁での陸上用重力計を用いた測定（重力結合=gravity tie）を行うことによって，調査航海中に測定された重力の絶対値を求めている。しかし今回は，前行動の出発地である清水，途中寄港地であるプンタアレナス，帰港地である関根浜でのみ重力結合が行われたため，重力計のドリフト補正後の正確な値を求めることが難しい。そこで，衛星データ等による最新の全球重力１分グリッドデータ（Sandwell et al., 2014, Sandwell et al., 2013, Sandwell et al., 2009）を用い，測線上の重力測定点での値の更正を行った。

グリッドデータのx, y方向の格子間隔をそれぞれdx, dyとする。x座標x1, x2（x1 < x2），y座標y1, y2（y1 > y2）で囲まれる領域（長方形で近似）の四隅の点での重力値をg11, g21, g12, g22とすると，この領域内の点(x,y)での線型内挿値gは，

g1=g11*(x2-x)*(y1-y)

g2=g21*(x-x1)*(y1-y)

g3=g12*(x2-x)*(y-y2)

g4=g22*(x-x1)*(y-y2)

として，

g=(g1+g2+g3+g4)/(dx*dy)

によって得られる。

この内挿によって得られた重力値と測定値との差をもとに，各レグでのドリフト・レートを求めたところ，

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Leg1：0.216mgal/day

Leg2：0.520mgal/day

Leg3：-0.599mgal/day

Leg4：0.562mgal/day

であり，これらの値を用いた測定値の補正を行って，最終的なフリーエア異常値を求めた。

Leg2では主としてチリ西海岸近海の調査が行われた。このうち，チリ三重点を含むチリ海嶺のセグメントSCR1に沿った３測線では，既に地磁気異常プロファイルから海底の年代を求め，拡大速度が海嶺軸に近付くほど減少する傾向が得られており（松本・他，JpGU2018発表），海嶺軸が海溝に近付くにつれてマグマ供給量の減少と火山活動の衰退が示唆され，海溝付近での熱の損失により火成活動が停止した海嶺下のリソスフェアが冷却によって急激に厚くなり，周辺のリソスフェアと同化してともに抵抗なく「スラブ・プル」の力によって南アメリカプレートの下に沈み込んでいると解釈されている（松本・他，JpGU2018発表）。同じプロファイルのフリーエア異常・海底地形から二次元計算（海溝・海嶺軸方向に同一の地形・地下構造が連続していると仮定）によりブーゲー異常を求めたところ，３測線とも，海溝軸とその西側の地形の起伏に関係なく，ブーゲー異常が海嶺・海溝軸に近付くにつれて相対的に一様に減少している結果が得られた。このパターンは，通常の海溝や中央海嶺の場合と類似しているが，海溝或いは海嶺に近付くにつれての減少率は，西太平洋の海溝の場合が概ね1.5～2mgal/km，大洋中央海嶺が<0.1mgal/kmであるのに対して，本測定ではその中間の0.4～0.8mgal/kmを示している。このことは，中央海嶺での火成活動の消失と海溝での沈み込みの双方の特徴を反映していると見られるが，これについては，更なる検証が必要である。

その他，Leg1ではトンガ・ケルマデック島弧・海溝系，南部東太平洋海膨を横切る測線が，Leg3ではベリングスハウゼン海，アムンゼン海を通過し，更にエルターニン・ウジンツェフ断裂帯を横切る測線が，Leg4では南フィジー海盆，ソロモン島弧・海溝系，西カロリン海台を横切る測線が，それぞれ得られた。それぞれの結果をポスターにて紹介する。

キーワード：チリ三重点、重力異常、「みらい」
Keywords: Chile Triple Junction, Gravity Anomaly, R/V MIRAI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋底拡大初期のアファール凹地における磁気・MT探査
Magnetic and Magnetotelluric surveys across the Afar depression, transition between continental rifting and sea-floor spreading

*吉村 令慧[1]、石川 尚人[2]、Kidane Tesfaye[3]、加々島 慎一[4]、望月 伸竜[5]、Muluneh Ameha[3]、北川 桐香[4]、池間 泰斗[6]
*Ryokei Yoshimura[1], Naoto Ishikawa[2], Tesfaye Kidane[3], Shin-ichi Kagashima[4], Nobutatsu Mochizuki[5], Ameha Atnafu Muluneh[3], Kirika Kitagawa[4], Taito Ikema[6]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都大学大学院人間・環境学研究科、3. アジスアベバ大学、4. 山形大学理学部、5. 熊本大学大学院先導機構、6. 京都大学理学部
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, 3. Addis Ababa University, 4. Faculty of Science, Yamagata University, 5. Priority Organization for Innovation and Excellence, Kumamoto University, 6. Faculty of Science, Kyoto University

我々は、海洋底拡大現象が進行しつつあるエチオピア・アファール凹地において、地磁気縞状異常の獲得形成過程を解明する研究プロジェクトを進めている（石川他, 2017）。プロジェクトの最終目標である無人飛行機による空中磁気探査に先立ち、リフトを横切る測線を設定し、2016年度には地上踏査による磁気探査を、2017年度には広帯域Magnetotelluric (MT) 探査を実施した。調査域は、2005～2009年に発生したDabbahu リフトでのダイク貫入イベントの南方延長にあたり、この地域の地下構造を把握することは、同種のイベントの発生可能性の評価にも資すると考えられる。

地上磁気探査では、GSM-19 オーバーハウザー磁力計 (GEM systems) を使用し、地上高 2.4m にセンサーを維持しつつ4秒サンプリングで、約60km の測定を行った。同時にハンディGPSにより、1秒ごとのトラックログを記録し位置情報とした。外部磁場（日変化や磁気擾乱）の影響を補正するために、測線の西部に位置するSamara 大学敷地内に参照点を設置した。参照点との単純差を求め、磁気異常を概観すると、大局的には先行研究 (Bridges et al., 2012) と調和的なパターンが得られた。一方、短波長の分布については、lava flow を越える個所において、数1000nT に達するスパイク上のシグナルが確認された。しかしながら、その振幅は flow 毎に異なり、磁化強度の違いを反映している可能性が高い。

広帯域MT探査では、地上磁気探査測線に沿うように約4km間隔で計14点において、電磁場変動データを取得した。器材は、MTU5A (Phoenix Geophysics) ならびに ELOG1K-PHX (NTシステムデザイン) を使用し、14点中5点では電場変動のみの収録であった。予察的な解析として、MTU5Aで計測した10点のデータを用いて、二次元逆解析を行った。時系列解析では Chave & Thomson (2003) のコードを、2次元構造解析には Ogawa & Uchida (1998) のコードを使用した。得られた構造は、本研究測線の南方での先行研究 (Didana et al., 2014; 2015) や北方での先行研究 (Desissa et al., 2013; Whaler et al., 2012) に類似して、現在の拡大中心軸周辺の深部から浅部に盛り上がる低比抵抗体に特徴づけられる。さらに、東西には高比抵抗体が存在するが、非対称性が確認された。この非対称性は、拡大軸の両側の拡大速度の違いの原因もしくは結果である可能性がある。
本発表では、地上磁気探査およびMT観測の概要・構造解析結果を報告するとともに、2019年度実施予定の補充観測ならびに空中磁気探査について紹介する。

キーワード：アファール凹地、海洋底拡大、マグネットテルリック探査、磁気探査
Keywords: Afar depression, sea-floor spreading, magnetotelluric survey, magnetic survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

四国海盆海洋コアコンプレックスの発達：背弧拡大が止まるとき
Evolution of oceanic core complexes in the Shikoku Basin: when backarc basins cease to open

*沖野 郷子[1]、小原 泰彦[2,3]、藤井 昌和[4]、羽入 朋子[1]
*Kyoko Okino[1], Yasuhiko Ohara[2,3], Masakazu Fujii[4], Tomoko Hanyu[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海上保安庁、3. 海洋研究開発機構、4. 国立極地研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Coast Guard, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. National Institute of Polar Research

背弧海盆が何故どのようにして活動を止めるのかは，プレートテクトニクスにおける未解決問題のひとつである．四国海盆は15Ma頃に拡大を停止した背弧海盆で，海盆北部においては拡大停止後の火成活動により軸部に海山が分布するが，南端部においては拡大末期に海洋コアコンプレックスが形成されている．海洋コアコンプレックスは，プレートの分離速度に対してメルト供給量が50%程度の環境で大規模なデタッチメント断層が発達し，深部物質が浅部に露出する構造である．そのため，背弧拡大系が停止する際にメルト供給量の変動を示す直接的な証拠となりうる．2018年の夏，よこすかYK18-07航海及び白鳳丸KH-18-02航海において，四国海盆南端部23˚50’N, 138˚50’Eに位置する海洋コアコンプレックス（Mado Megamullionと命名）とその周辺の地球物理探査を実施した．本講演では，これら2航海のデータを合わせ，かつ既存の海上保安庁データとも統合し，海洋コアコンプレックスの構造と発達史について検討した結果を紹介する．

Mado Megamullionはおよそ20km四方の高まりで，海嶺軸セグメントとトランスフォーム断層の交点内角に位置する．特徴的な畝地形を有し，周囲に比べて約20mGal高いマントルブーゲー異常を示す．YK18-07におけるしんかい6500潜航及びKH-18-02で実施されたドレッジではハンレイ岩・カンラン岩といった高密度の地殻下部・マントル物質が採取されており，重力異常と調和的である．一部の岩石試料には変形構造が確認されており，デタッチメント断層面が海底に露出していると考えられる．磁化構造は，周囲の海盆底の地磁気縞異常（連続的な海洋地殻生産と海底拡大の証拠）とパターンとしては調和的といえる正負の磁化分布を示すが，明らかな拡大非対称を示している．拡大非対称は海洋コアコンプレックス形成時には広く見られる現象である．また，磁化強度はコアコンプレックス部でやや正帯磁側に偏っており，隣接する海嶺軸谷部が強い正磁化を示すことから，誘導磁化成分の存在が示唆される．3成分磁気異常解析結果は，周囲の海底が拡大軸に平行かつ明瞭な磁化境界を示すのに対し，コアコンプレックス部では強い磁化境界は存在しない．ただし，構造の3次元性はそれほど高くはなかった．また，海洋コアコンプレックス近傍の海嶺軸内部には，高重力異常を示すドーム状の小規模な高まりがあり，中央海嶺系で報告されているNTO-Massif (non-transform offset massif)の可能性が高い．また，隣接する海嶺軸セグメントにも，明らかにデタッチメント断層面とみられる明瞭な畝構造がみられるが，重力異常は弱い．

Mado Megamullion及びその周辺の海洋コアコンプレックスの形成過程と構造は，背弧海盆拡大最終ステージにおけるメルト供給量の推移を示すものである．四国海盆よりさらに南方のパレスベラ海盆では，世界最大のGodzilla Megamullionをはじめ，多くの海洋コアコンプレックス等が拡大軸部に分布しており，これらの総合的な研究は，背弧拡大系の終焉を理解する鍵となるはずである．

キーワード：背弧拡大、海洋リソスフェア、海洋コアコンプレックス
Keywords: backarc opening, oceanic lithosphere, oceanic core complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Thermal evolution of the Lanzo orogenic peridotite massif in western Alps: implications on thermal structure near subcontinental lithosphere-asthenosphere boundary

*青木 智[1]、小澤 一仁[1]、Jean-Louis Bodinier[3]、Françoise Boudier[2]
*Tomo Aoki[1], Kazuhito Ozawa[1], Jean-Louis Bodinier[3], Françoise Boudier[2]

1. 東京大学、2. モンペリエ第二大学、3. Geosciences Montpellier
1. The University of Tokyo, 2. Montpellier 2 University, 3. Geosciences Montpellier

Lithosphere-asthenosphere boundary (LAB) is a zone where heat, momentum, and materials are exchanged between conductive mantle and underlying convective mantle, and plays an important role in plate tectonics (McKenzie & Priestley, 2005; Fischer et al., 2010; Kawakatsu & Utada, 2017). Its internal structure and dynamic behavior are, however, far from understood. This study addresses this issue on the basis of petrological study of an orogenic peridotite complex. Lanzo massif in the western Alps, Northern Italy. We attempt to clarify temporal change of internal thermal structure of the complex during exhumation, from which the original thermal structures before exhumation may be estimated.
Lanzo massif is one of the largest mantle exposure thought to be a subcontinental lithospheric mantle exhumed related to the opening of the Jurassic Piedmont Sea between European continent and Adriatic continent, following slow spreading of the Atlantic mid ocean ridge (Müntener & Piccardo, 2003). The massif consists dominantly of plagioclase-bearing lherzolite, stable at the pressure lower than 1GPa, with subordinate amount of mafic rocks occurring as layers or dikes (Bodinier, 1988; Bodinier et al., 1991). The Lanzo massif divided into three bodies on the basis of petrographic characteristics: north, central and south. Previous studies argued that the northern part represents subcontinental lithospheric mantle and that the southern part may be of asthenospher origin (Bodinier, 1988; Bodinier et al. 1991). Therefore, the complex may represent a zone of lithosphere-asthenosphere boundary and can provide information on processes operated there (Bodinier, 1988; Bodinier et al., 1991; Kaczmarek & Müntener, 2008).
We examined plagioclase-bearing lherzolite collected from 16 localities covering the entire massif. Systematic variations of microstructures and mineral chemical compositions were confirmed, which is principally consistent with previous studies (Bodinier, 1988; Bodinier et al., 1991). All constituent minerals show chemical heterogeneity on grain scales, which is regarded as record of various processes the rocks underwent. Grain-scale zonings of Al and Ca in pyroxene, fluorescence-corrected Ca in olivine adjacent to pyroxenes, Cr and Al in spinel adjacent to plagioclase, and Ca and Na in plagioclase suggest that monotonous cooling and decompression accompanied by deformation occurred during decompression of the Lanzo massif. We quantified the space-dependent thermal history of Lanzo by using Ca-in-orthopyroxene geothermometer after Lindsley (1983) and Ca-in-olivine geothermometers calibrated on the basis of experimental results of Köhler & Brey (1990). All the estimated temperatures decrease from the southern body towards the northern body. The calculated temperatures were critically examined if they represent closure temperatures or a condition at which Lanzo resided for a certain period of time. The grain-scale zoning patterns indicate that the temperatures from core of orthopyroxene recorded a long residence, whereas those from rim of pyroxenes and both core and rim of olivine represent closure temperatures (Tc) at various timings during monotonous cooling. The decrease in temperatures of pyroxene cores from the south to the north by ~60K may represent a geotherm near LAB zone. All the Tc decrease from the north to the south and the difference of temperatures between the core and rim of orthopyroxene increases from the southern body to the northern body. This suggests that the cooler and probably shallower northern body cooled at slower rate at a wide temperature range

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(Tc=700-1100˚C) than the hotter and probably deeper southern body. A thermal gradient recorded in the Lanzo massif is estimated to be ~6K/km, which is greater than those estimated for deep subcontinental lithosphere at steady thermal state (Mckenzie et al., 2005). We speculate that the high geotherm might have caused by thermal perturbation from asthenosphere.

キーワード：リソスフェアーアセノスフェア境界、マントルかんらん岩、熱構造
Keywords: lithosphere-asthenosphere boundary, mantle peridotite, thermal structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南琉球及び中琉球の背弧海盆の形状の違いとテクトニクス
Comparison of the back-arc basins of the South and the Central Ryukyus in the northwest Pacific

*荒井 晃作[1]、三澤 文慶[1]、井上 卓彦[1]
*Kohsaku Arai[1], Ayanori Misawa[1], Takahiko Inoue[1]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial and Technology

琉球弧はフィリピン海プレートの沈み込みに伴って形成された島弧であり、九州から台湾に続く島嶼からなる。琉球弧の全体の長さは北東–南西方向に約1,200 kmに達し，主要な島嶼は火山島ではなく、前弧斜面に形成される高まりの列と言える。琉球弧の南東側には水深6,000～7,800 mの琉球海溝（南西諸島海溝）が，琉球弧に沿うように続いている．一方、北西側には，水深1,000～2,000 mの沖縄トラフ（舟状海盆）と呼ばれる活動的な背弧海盆が発達する。海溝軸におけるプレートの沈み込みと背弧側のリフティングが琉球弧の複雑なテクトニクスを支配していると言える。産総研では、2008年度から琉球弧周辺の海洋地質調査を開始しており、GIガンを音源としたマルチチャンネル（16 chや32 ch）の反射法音波探査を高密度に行っている。

南琉球弧北方沖（宮古島、石垣島）の斜面は沖縄トラフの軸に平行な幾筋かの正断層が発達し、地形は単純に北に向かって傾いて、深さ2000m以深に達する。一方、中琉球弧にあたる沖縄本島北西部は背後側に活動的な正断層を伴い、小さな海盆状の地形を作っている。これらの断層の走向は、ENE-WSWで北落ちの断層の発達に伴うハーフグラーベンを形成している。本発表では、反射断面からこれらの構造の違いを示すとともに、南琉球弧及び中琉球弧の背弧海盆の形状のテクトニクスに関する議論をする。

キーワード：琉球弧、背弧海盆、第四紀、反射法音波探査、マルチチャンネル
Keywords: Ryukyu Arc, back-arc basin, Quaternary, seismic reflection survey, MCS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

御荷鉾帯と空知ーエゾ帯中の苦鉄質岩の起源：地球化学的特徴とジルコンU-Pb年代およびシャツキー海台との比較
Geochemistry and zircon U-Pb ages of mafic rocks in the Mikabu and Sorachi-Yezo belts: Comparison with the Shatsky Rise

*木村 直人[1]、市山 祐司[1]、高橋 翔平[1]、伊藤 久敏[2]、田村 明弘[3]、森下 知晃[3]
*Naoto Kimura[1], Yuji Ichiyama[1], Shohei Takahashi[1], Hisatoshi Ito[2], Akihiro Tamura[3], Tomoaki Morishita[3]

1. 千葉大学、2. 電力中央研究所、3. 金沢大学
1. Chiba University, 2. Central Research Institute of Electric Power Industry, 3. Kanazawa University

Large igneous provinces (LIPs) are large volcanic edifices on the Earth, such as oceanic plateaus and continental traps. It is commonly believed that LIPs are formed by large-scale magmatism caused by the upwelling of unusually hot mantle plume from the deep mantle (e.g., Coffin and Eldholm, 1994). Therefore, the genesis and formation mechanisms of LIPs is crucial to understand the dynamics of the Earth’s interior and episodic global events. Recent studies have revealed that the fragments of accreted oceanic plateaus are preserved in orogenic belts as ophiolites and accretionary complexes (e.g., Kerr et al., 2000; Ichiyama et al., 2014). The investigation of accreted oceanic plateaus will help to enhance our understanding of LIPs.

The Mikabu belt in SW Japan and Sorachi-Yezo belt in central Hokkaido, North Japan contain large accreted fragments of a paleo-oceanic plateau (Kimura et al., 1994). Recently, Ichiyama et al. (2014) proposed that the Mikabu and Sorachi-Yezo picrites with highly magnesian olivine phenocrysts (up to Fo_{94}) were produced by an unusually hot mantle plume. They also suggested that these picrites are derived from the Late Jurassic oceanic plateau (hereafter named “Mikabu-Sorachi plateau”) formed on the Izanagi plate, which was possibly produced together with the Shatsky Rise at the Pacific-Izanagi-Farallon triple junction in the Pacific Ocean. However, the geochronological and geochemical comparison between the Mikabu-Sorachi and Shatsky Rise has been poorly constrained.

The Mikabu and Sorachi-Yezo mafic rocks are geochemically divided into depleted (D)-type and enriched (E)-type in the same manner as the picrites. The D-type is depleted in light rare earth elements (LREE), whereas the E-type is relatively enriched in LREE. These types were produced by higher degrees of partial melting (30-50%) than MORB. The U-Pb zircon analyses of gabbroic rocks in both belts yield the weighted mean $^{206}Pb/^{238}U$ zircon ages of 153.1-146.3 Ma for the Mikabu rocks and 146.2 and 137.6 Ma for the Sorachi-Yezo rocks.

A wide geochemical variety of basalts were recovered from the Shatsky Rise during the IODP Expedition 324 (Expedition 324 Scientists, 2010; Sano et al., 2012). The U1349-type and Normal-type basalts of the Shatsky Rise are closely similar in geochemical composition to the Mikabu-Sorachi D-type and E-type rocks, respectively. The radiometric ages of the Shastky Rise basalts show 144.6-133.9 Ma (Mahoney et al., 2005; Geldmacher et al., 2014). The magnetic anomaly lineations of the Shatsky Rise exhibit that the formation of the rise started at M21 (about 147 Ma). The zircon U-Pb ages of the Mikabu-Sorachi mafic rocks are almost coeval with the formation ages of the Shatsky Rise. However, the older radiometric ages than 147 Ma are shown in this study. Recently, Sawada et al. (2019) also report the zircon U-Pb age of 154.6 Ma for the Mikabu metabasite from the Toba area.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The magnetic anomaly lineation of M29 (about 157 Ma) drawn at the southwest of the Shatsky Rise implies that the triple junction was already present at 157 Ma. The Mikabu-Sorachi plateau was produced on the Izanagi plate before the Shatsky Rise at the triple junction. The igneous rocks in the Mikabu-Sorachi belt possibly record the information on initiation mechanisms of the triple junction and initial stages of LIPs formation in the paleo-Pacific Ocean.

キーワード：御荷鉾帯、空知-エゾ帯、シャツキー海台、ジルコンU-Pb年代、巨大火成岩岩石区、マントルプルーム
Keywords: Mikabu belt, Sorachi-Yezo belt, Shatsky Rise, zircon U-Pb age, Large igneous provinces (LIPs), mantle plume

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Submersible magnetics reveals relationship between off-axis volcanism and hydrothermal systems of the Kairei and Yokoniwa fields at the Central Indian Ridge

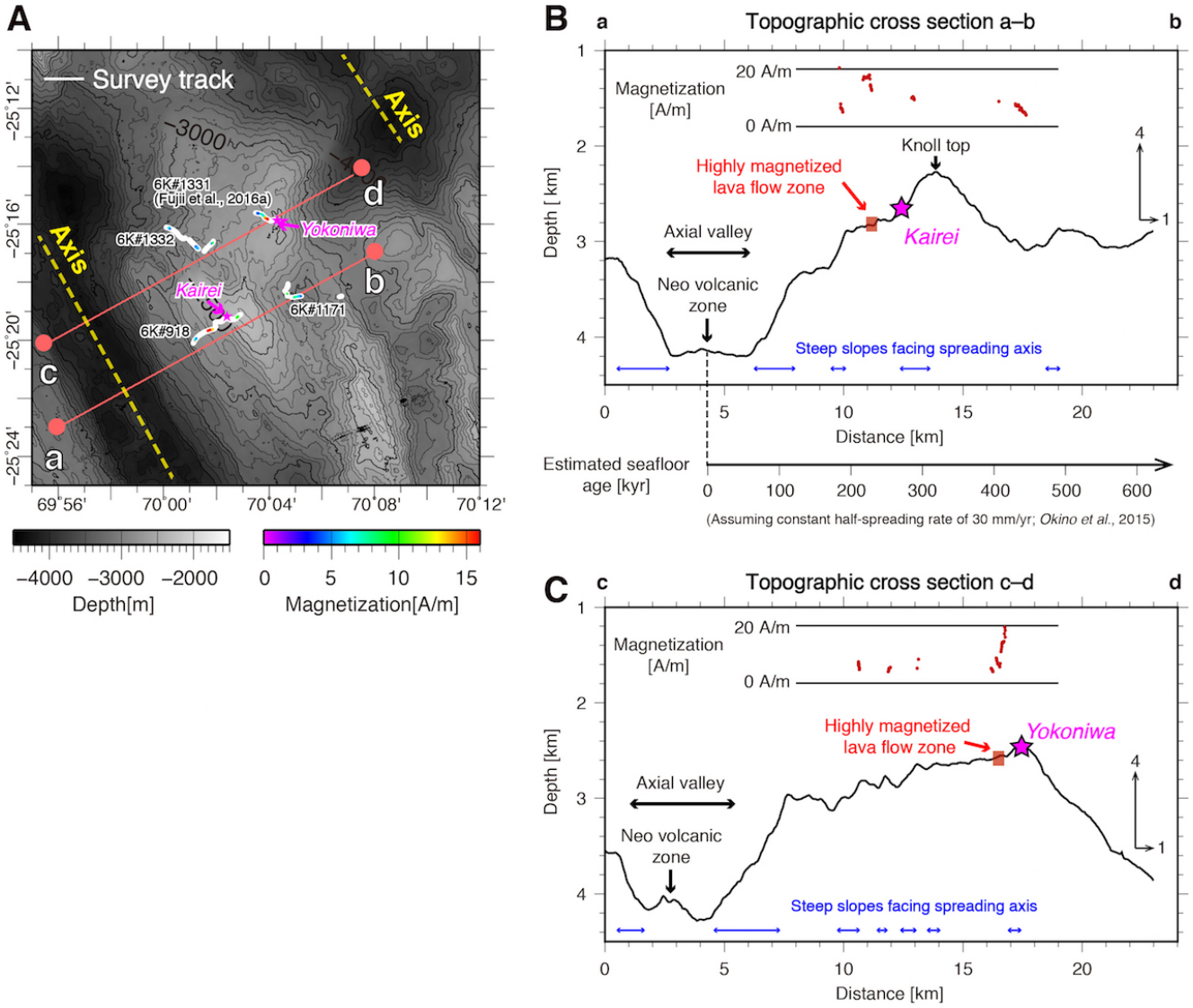
*藤井 昌和[1]、沖野 郷子[2]
*Masakazu Fujii[1], Kyoko Okino[2]

1. 国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2. 東京大学大気海洋研究所
1. National Institute of Polar Research and SOKENDAI, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The Kairei (KHF) and Yokoniwa hydrothermal fields (YHF)are hosted in mafic as well as ultramafic rocks distributed at an off-axis volcanic knoll of the Central Indian Ridge. Despite intensive investigations, their geological and geophysical background is still debated. Here, we show the results of near-seafloor magnetic anomaly surveys conducted using a submersible. We investigated the bulk magnetization of the hydrothermally altered zone and the surrounding lava flows and evaluated their intensities compared with previously reported values at axial areas of seafloor spreading environments. The KHF is characterized by low coherence between observed and modeled anomalies and low values of magnetization. This result suggests that magnetic minerals within basaltic lava flows were likely altered by hydrothermal fluid circulation. The variation pattern in the observed magnetic anomalies above the lava flows is in phase with that of the modeled magnetic anomalies for the simple assumption that the magnetization direction is parallel to the geomagnetic field. This result suggests that these lava flows preserve normal magnetic polarity corresponding to the Brunhes Chron. The estimated magnetic-anomaly-derived absolute magnetizations (MADAM) show a reasonable correlation with the natural remanent magnetizations of rock samples collected from the seafloor of the same region; their relationship is consistent with previously reported datasets from the Mariana Trough and Mid-Atlantic Ridge. The estimated MADAM intensity reaches 20 A/m in the study area, which is clearly greater than those of previously reported off-axis areas, suggesting that recent volcanic eruption may have occurred in these off-axis areas. The high magnetization distributions are commonly observed at the bottoms of the western slope from the KHF and YHF. This finding provides new insight into the distribution of highly magnetized lava flows in the off-axis areas and indicates the distribution of recent off-axis volcanic activities, which is potentially linked to the sub-seafloor hydrothermal circulation.

キーワード：中央インド洋海嶺、海底熱水循環系、深海磁気異常
Keywords: Central Indian Ridge, Seafloor hydrothermal system, Near-seafloor magnetic anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部沖縄トラフ伊平屋北海丘および伊平屋小海嶺海域における船上重磁力調査：KR18-14 Leg1/Leg2航海速報

Shipboard magnetic and gravity surveys around the Iheya North Knoll and the Iheya Minor Ridge in the Mid-Okinawa Trough: Preliminary results of KR18-14 Leg1/Leg2 cruises

*北田 数也[1]、笠谷 貴史[1]、岩本 久則[1]、野木 義史[2]
*Kazuya Kitada[1], Takafumi Kasaya[1], Hisanori Iwamoto[1], Yoshifumi Nogi[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 国立極地研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research

The Okinawa Trough, an active back-arc basin behind the Ryukyu trench, exhibits active rifting associated with extension of the continental margin. In the Mid-Okinawa Trough, more than 10 hydrothermal vent sites belonging to relatively large hydrothermal vent fields at the Iheya North Knoll, the Iheya Minor Ridge, the Izena Hole and etc., were discovered by previous studies (e.g., Halbach et al., 1989; Sakai et al., 1990; Momma et al., 1996; Kasaya et al., 2015; Nakamura et al., 2015). Although shipboard magnetic and gravity surveys are too low in resolution to investigate the hydrothermal sites, they are important for understanding the geological background of the hydrothermal systems across an entire region. As for the area off Kumejima Island in the Okinawa Trough, Kitada et al. (2018) revealed the characteristics of the submarine volcanic activity around a hydrothermal area by using dense magnetic and gravity data. In order to characterize sub-seafloor structures and the spatial distribution of the submarine volcanic activity around the Iheya North Knoll and the Iheya Minor Ridge, we conducted detailed magnetic and gravity surveys with a line spacing of 0.5 nmi aboard research vessel Kairei during the KR18-14 Leg1 and Leg2 cruises from October to November 2018. Additionally, we also compiled magnetic, gravity and bathymetric data which were collected during previous cruises by the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) over the recent years. Magnetization intensities were estimated from observed magnetic anomalies, without applying annihilator. Bouguer gravity anomalies were calculated from free-air anomalies obtained. The distribution of magnetization intensity and variation in Bouguer gravity anomalies revealed the characteristics of submarine volcanic activity. Most of the knolls in the area show a relatively high magnetization (~1.0 to ~3.0 A/M) corresponding to the individual submarine knolls. Higher Bouguer gravity anomalies (~45 to ~55 mgal) implying the lower crustal thickness were observed in the Iheya graben. The knolls including the Iheya Minor Ridge, elongated in the ENE-WSW direction parallel to the graben, exhibit the ENE-WSW trending magnetization distribution with relatively high positive intensities, so volcanism appears to be constrained by normal faults forming the rift structure. On the other hand, the Iheya North Knoll have a relatively low magnetization of ~-1.0 to ~0.0 A/M with less variation of the magnetization. Although the data are sparse (the line spacing of ~1.5 to ~2 nmi), low magnetization (~1.5 A/M) with no prominent magnetic signature was also observed in the Izena Hole. Moreover, these knolls are located on the area where the Bouguer gravity anomaly is changed from ~30 to ~10 mgal and ~45 to ~30 mgal, respectively. The magmatism associated with submarine volcanic activity and back-arc rifting will be discussed based on the results obtained from these dense surveys.

キーワード：沖縄トラフ、背弧リフティング、海底熱水系、磁気異常、重力異常
Keywords: Okinawa Trough, backarc rifting, hydrothermal systems, magnetic anomaly, gravity anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフ東奄西熱水フィールドでの浅層科学掘削
A shallow scientific drilling at Higashi Ensei Hydrothermal Field, Okinawa Trough

*熊谷 英憲[1]、笠谷 貴史[1]、戸塚 修平[2]、川口 慎介[1]、町山 栄章[1]、飯島 耕一[1]、山本 浩文[1]、金子 純二[1]、大田 優介[3]、冨田 昇平[3]、小森 省吾[4]
*Hidenori Kumagai[1], Takafumi Kasaya[1], Shuhei Totsuka[2], Shinsuke Kawagucci[1], Hideaki Machiyama[1], Koichi Iijima[1], Hirofumi Yamamoto[1], junji kaneko[1], Yusuke Ohta[3], Shohei Albert Tomita[3], Shogo Komori[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 九州大学、3. 京都大学、4. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyushu Univ., 3. Kyoto Univ., 4. AIST

A shallow seabed drilling was performed in February 2019 at Higashi Ensei Hydrothermal Field, Northern Okinawa Trough (Cruise ID: KM19-E01). Two localities were selected to investigate natures of sub-seafloor lithology with and without self-potential anomaly (SP anomaly) measured by near-bottom AUV survey. Here such a SP anomaly is to be resulted from a sub-seafloor orebody consisted of mainly sulfides. A seabed drilling apparatus, BMS (Boring machine system, Cellula Robotics Ltd.), was deployed twice from R/V Kaimei. At the first drilling in the cruise, the drilled hole reached to a formation 44m beneath the seafloor but stopped there due to significant venting through the drilled hole. Volcaniclastics with and without sulfide blocks or veins were sampled even poor recovery in the shallow part of the hole. Contrasting to it, the second drilled hole reached to 10 m beneath the seafloor where intact mafic-intermediate lava flow, i.e. volcanic basement, was sampled. In the second hole, little sulfide were retrieved except orange-colored one, probably realgar associating with orpiment and stibnite, in the first core, shallower than 1.5mbsf. On board IP measurement both as well as standard MSCL and visual core description were performed for the cores from the first hole. Further, an ROV dive observation was conducted within 16.5 hours after the drilling of the first hole. An exotic white sediment was recognized in the vicinity of the hole, similarly to the IODP exp.331 at Iheya-North Knoll, and successfully sampled. In this presentation, retrieved drilled samples as well as those sampled by ROV will be reported.

キーワード：海底着座型掘削装置、自然電位異常、孔口付近の白色堆積物
Keywords: A seabed driling system, Self-potential anomaly, An exotic white sediment around the drilled hole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄トラフごんどうサイトの海底下の熱水変質鉱物の鉱物学的・地球化学的特徴

Mineralogical and geochemical study of sediment cores collected from the Gondou hydrothermal field in the Okinawa Trough

*石橋 純一郎[1,2]、戸塚 修平[2]、堤 映日[2]、塚本 成[2]、吉良 優佑[2]、島田 和彦[1]、山崎 徹[3]、池原 研[3]、長瀬 敏郎[4]、高谷 雄太郎[5,9]、池端 慶[6]、後藤 隆嗣[7]、郷津 知太郎[7]、新城 竜一[8]、町山 栄章[9]、飯島 耕一[9]、山本 浩文[9]、熊谷 英憲[9]
*Jun-ichiro Ishibashi[1,2], Shuhei Totsuka[2], Akihi Tsutsumi[2], Naru Tsukamoto[2], Yusuke Kira[2], Kazuhiko Shimada[1], Toru Yamasaki[3], Ken Ikehara[3], Toshiro Nagase[4], Yutaro Takaya[5,9], Kei Ikehata[6], Takashi Goto[7], Chitaro Gouzu[7], Ryuichi Shinjo[8], Hideaki Machiyama[9], Koichi Iijima[9], Hirofumi Yamamoto[9], Hidenori Kumagai[9]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3. 産業技術総合研究所、4. 東北大学総合学術博物館、5. 早稲田大学創造理工学部、6. 筑波大学生命環境系、7. 蒜山地質年代学研究所、8. 琉球大学理学部、9. 海洋研究開発機構海底資源研究開発センター
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Graduate School of Science, Kyushu University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. Tohoku University Museum, 5. School of Creative Science and Enginerring, Waseda University, 6. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 7. Hiruzen Institute for Geology and Chronology, 8. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 9. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

ごんどうサイトは中部沖縄トラフ第三久米海丘の西麓に位置する熱水活動域である（Minami and Ohara, 2017; Ishikawa et al., 2016)。2017年10～11月にSIP統合海洋資源調査システムJM17-04調査航海がJ-MARES（次世代海洋資源調査技術研究組合）によって実施され、ごんどうサイトのSouthern areaに当たる海域で海底設置型掘削装置を用いた掘削調査が行われた．本講演では、５つの掘削サイトから得られた堆積物コアを対象とした観察・解析結果をまとめ、その中から熱水変質作用に注目して報告する。

熱水性マウンドが分布する地域に掘削サイトが設定されたことから、海底直下数ｍに限られる未変質の半遠洋性堆積物を除けば、得られた堆積物はいずれも強い熱水変質作用を被っていた。最も多く見られた粘土鉱物は、イライト（一部ではイライト／スメクタイト混合層鉱物）であり、ほとんどの深度から見出された。イライトが多産することは、沖縄トラフの他の海底熱水域にも共通して見られる特徴である。これに対して、クロライトはいずれの掘削サイトでも5-15 mの幅を持つ特定の深度でのみ見出された。またカオリナイトが、２つのサイトにおいて変質を被ったパミス質火山性堆積層から見出された。クロライトは海水由来の流体が、カオリナイトは酸性流体が、それぞれ関与する熱水変質作用によって生成されたと考えられ、熱水域海底下における多様な（化学的性質が異なる）流体の挙動が伺われる。脈石鉱物である硬石膏、重晶石なども特定の深度にのみ見出される傾向があった。

謝辞
本研究は内閣府総合科学技術・イノベーション会議によるSIP課題「次世代海洋資源調査技術」の一環として実施されました。本研究に用いた堆積物コア試料はJ-MARES（次世代海洋資源調査技術研究組合）から提供いただきました。記して感謝します。

キーワード：海底熱水鉱床、海底科学掘削、熱水変質反応
Keywords: seafloor massive sulfide deposits, seafloor scientific drilling, hydrothermal alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New type of self-potential anomaly observed near a hydrothermal site of Oomuro-dashi volcano, Izu-Ogasawara arc

*川田 佳史[1,2]、笠谷 貴史[2]
*Yoshifumi Kawada[1,2], Takafumi Kasaya[2]

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 海洋研究開発機構
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Using a deep-towed electrode array, we identified a pair of positive and negative self-potential anomalies observed near an active hydrothermal field associated with a quarterly rhyolitic volcano, Oomuro-dashi, Izu-Ogasawara arc. Results with different rowed directions, the magnitude of both anomalies is of the order of millivolt. The negative anomaly is located immediately above the most active area; the positive self-potential anomaly is located a few hundreds of meters away from the most active hydrothermal area, where no apparent hydrothermal activity has been detected. The discovery of the positive self-potential anomaly in marine environments is probably the first time.

The origin of the negative self-potential anomalies may be explained by the geo-battery mechanism (Sato and Mooney, 1960), in which the presence of a conductive ore body crossing the redox gradient results in the upward electron transfer to give a negative self-potential anomaly above the body. Oxidized materials near the seafloor are reduced. In other words, an ore body near the seafloor behaves as a cathode. We have reported negative self-potential anomalies many times above hydrothermal areas of other sites (e.g., Sato et al., 2017; Kawada and Kasaya, 2017, 2018).

The origin of this newly founded positive self-potential anomaly is problematic. One possibility is that an anode of the geo-battery, where reduced materials are oxidized, is exhumed near to the seafloor. If this is true, shallow drilling or piston coring may confirm signals from oxidized chemical reactions around an anode. This is important for the understanding of the geo-battery because its anode is usually located far below the seafloor and cannot be accessed easily. Another possibility is the streaming potential, which is caused by a local charge imbalance due to the flow of electrolytes in the pore space. Although this mechanism is estimated to be minor in marine environments, a positive self-potential anomaly of the order of one millivolt may not be immediately rejected above an area of upward fluid flow. However, the area of this positive self-potential anomaly is away from the active hydrothermal site, where upward fluid discharge is expected.

キーワード：物理探査、海底資源、鉱床、酸化還元反応、熱水循環
Keywords: geophysical exploration, marine resource, ore deposit, redox reaction, hydrothermal circulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熱水流動-地球化学連成解析による海底熱水鉱床の形成シミュレーション
Numerical simulation of submarine hydrothermal ore-deposits due to a coupled process of fluid migration and reactive geochemical transport

*藤田　クラウディア[1]、山本 肇[1]、石橋 純一郎[2]、辻 健[3]
*Claudia Fujita[1], Hajime Yamamoto[1], Jun-ichiro Ishibashi[2], Takeshi Tsuji[3]

1. 大成建設株式会社、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 九州大学大学院工学研究院地球資源システム工学部門
1. Taisei Corporation, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 3. Department of Earth Resources Engineering, Faculty of Science, Kyushu University

Submarine hydrothermal ore-deposits are known to be rich in metal resources and are to be found abundant around the Japanese islands. In recent years, several studies (mostly field surveys) had been carried out and a lot of data on chemical, physical and biological properties of compounds have been gathered especially for hydrothermal fields in the Okinawa Trough. However, the mechanism of formation (hydrothermal fluid flow in combination with geochemical reaction) of these deposits is not yet clearly understood.
Hydrothermal ore-deposits are formed by precipitation of metal elements from hydrothermal fluid due to rapid cooling around the seafloor where the fluid discharges. Contrary to the hydrothermal systems in the mid-ocean ridges, hydrothermal systems in the Okinawa Trough has a fluid discharge region at the seafloor in sediment-rich environment. The sediment is often composed of two components; one is hemipelagic sediment possibly transported from the continental margin and the other is volcaniclastic sediment derived from felsic volcanism in the vicinity. Because these two components have quite different permeability, it is expected complicated fluid migration within the discharge region.
In this study, we investigated the above process using a numerical code TOUGHREACT V3.0 –OMP, which is for coupled non-isothermal multiphase fluid flow and geochemical reactive transport. A 2-dimensional radial model with the radius of 5 km and a depth of 1 km below the seafloor was chosen to represent a sufficient area of the discharge region around the hydrothermal vent. The center of the radial model represented a fluid conduit (10 cm diameter) where the venting hydrothermal fluid of 300 ˚C ascends from basal to the seafloor, with a flow rate of ~1000 t/day. Almost all model parameters are chosen based on available results of geophysical survey of the Iheya hydrothermal fields in the Okinawa Trough[1)]. The geological structures were set as having diverse permeability from 1×10^{-10} m^2 to 1×10^{-16} m^2, which reflects alternating pumiceous volcaniclastics layer and hemipelagic sediment layer. The initial thermal gradient was set to 4.8 ˚C/100 m. The top boundary (seafloor) was set to constant pressure condition (20 MPa) and a basal heat flux was also imposed at the bottom (5.6×10^{6} W/m^2), assuming a pumice thermal conductivity of 0.96 W-m/˚C.
The geochemical setting included initial concentrations of primary species, as, for instance, Na^{+}, SO_4^{-2}, H_4SiO_4, Ca^{+2}, S^{-2}, Zn^{+2}, HCO_3^{-} or NH_3 for seawater and hydrothermal fluid separately. Chemical reaction including precipitation of minerals) caused by mixing of the both fluids and cooling was considered in this setting. In order to simulate accumulation of mineral precipitations to form hydrothermal deposits over a long-time duration (an order of thousands of years), the numerical simulation was conducted for 10000 years.
As a result, the following features were clarified: First, high velocity venting hydrothermal fluid ascends to the seafloor through the fluid conduit at the center of the model, whereas nearby cold water percolates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

downward from the seafloor and convection occurs. Second, among the alternating layer structure, preferential horizontal flow is obvious for layers with high permeability, which resulted in primary sulfide precipitation with a lateral extend.
These results are likely to be consistent to recent field studies during scientific drilling into the submarine hydrothermal fields in the Okinawa Trough, Japan.
This study was conducted in co-operation with Kyushu University as a part of the “Next-Generation Technology for Ocean Resources Exploration (Zipangu-in-the-Ocean Project)”, a sub-topic of the Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program (SIP) led by the Cabinet Office's Council for Science, Technology and Innovation.

1)Tsuji, T., Takai, K., Oiwane, H., Nakamura, Y., Masaki, Y., Kumagai, H., ... Kuramoto, S. (2012). Hydrothermal fluid flow system around the Iheya North Knoll in the mid-Okinawa trough based on seismic reflection data. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 213-214, 41-50, doi:10.1016/j.jvolgeores.2011.11.007

キーワード：海底熱水鉱床、対流、TOUGHREACT、熱水流動-地球化学連成解析
Keywords: submarine hydrothermal ore deposit, hydrothermal convection, TOUGHREACT, coupled hydrothermalfluid flow with reactive geochemical transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島レアアース泥の鉱物組成および粒度分布：超高濃度レアアース泥の生成機構への示唆

Mineral composition and grain size distribution of REY-rich mud in the Minamitorishima EEZ: Implication for formation process of extremely REY-rich mud

*酒井 巧[1]、田中 えりか[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2,1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2]
*Sakai Takumi[1], Erika Tanaka[1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Junichiro Ohta[2,1], Koichiro Fujinaga[2,1], Kentaro Nakamura[1], Yasuhiro Kato[3,1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3. 東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター
1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources, School of Engineering, The University of Tokyo

2011年，レアアース (rare-earth elements and yttrium, REY) を濃集した深海堆積物「レアアース泥」が太平洋の広域に分布しており，新規レアアース資源となる可能性が示された [1]．さらに，南鳥島周辺の排他的経済水域 (南鳥島EEZ) 内で，総レアアース濃度 (ΣREY) が5,000 ppmを超える「超高濃度レアアース泥」が発見され [2]，その詳細な空間分布の把握をはじめとする様々な研究が進められてきた [3]．しかしながら，その生成機構はいまだ完全には明らかになっていない．

近年，南鳥島EEZ内で採取された堆積物コア49本の多元素組成データを基に，同海域内の深海堆積物が特徴的な化学組成をもつ9つの堆積層に分類できることが示された [4]．この「化学層序」に基づき，ΣREY濃度が2,000 ppmを超える「ΣREYピーク」は3層存在することが明らかになった [4]. このうち，第1 ΣREYピークに相当する超高濃度レアアース泥については，鉱物組成および粒度分析から，ΣREY濃度が最大となる層準において生物源リン酸カルシウム (biogenic calcium phosphate; BCP) と十字沸石 (phillipsite) の粒度が他の層準よりも粗くなることが明らかになっている [5]．しかし，これがすべてのピーク層で普遍的な特徴であるのかは不明である．また，各化学層序ユニットと鉱物組成・粒度分布の対応は，未だ系統的に検討されていない．

そこで本研究では，各化学層序ユニットの鉱物組成および粒度分布の特徴を明らかにし，超高濃度レアアース泥の生成機構について制約を与えることを目的とした．そのために，南鳥島EEZ内で採取された17本の堆積物コアから，全化学層序ユニットをカバーするように全80試料を選定し，スミアスライド観察による鉱物組成分析およびレーザー回折・散乱式粒度分析計を用いた粒度分析を行った．その結果，各化学層序ユニット間での系統的な鉱物組成・粒度分布の違いが明らかになるとともに，すべてのΣREYピーク層でBCPおよびphillpsiteの粒度が粗くなることが確認された．このことは，強い底層流による粒度分別効果が，複数の超高濃度レアアース泥層の生成に共通して関与したことを示唆している．

Reference

[1] Kato et al. (2011) Nature Geoscience, 4, 535–539.

[2] Iijima et al. (2016) Geochemical Journal, 50, 557–573.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[3] Takaya et al. (2018) Scientific Reports, 8, 5763.

[4] Tanaka et al. Submitted to Ore Geology Reviews.

[5] Ohta et al. (2016) Geochemical Journal, 50, 591–603.

キーワード：レアアース泥、粒度分布、鉱物組成、化学層序、深海堆積物
Keywords: REY-rich mud, grain size distribution, mineral composition, chemostratigraphy, deep-sea sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島EEZのレアアース泥に含まれるマイクロマンガンノジュールの地球化学的及び形態的特徴

Geochemical and morphological features of manganese micronodules in REY-rich mud within the Minamitorishima EEZ, western North Pacific Ocean

*木野 聡志[1]、安川 和孝[1,2]、浅見 慶志朗[1]、田中 えりか[1]、藤永 公一郎[2,1]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[1,2]
*Satoshi Kino[1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Keishiro Azami[1], Erika Tanaka[1], Koichiro Fujinaga[2,1], Kentaro Nakamura[1], Yasuhiro Kato[1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学次世代海洋資源センター
1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology

Manganese micronodules are small grains (< 1 mm) composed of manganese oxides, and constitute one of the important components of pelagic sediments. The micronodules show high contents of various heavy metals, especially of some redox-sensitive transition metals [1]. In addition to chemical compositions, the abundance and texture of micronodules can be affected by sedimentation rates and/or redox conditions of the sediment column [1, 2]. Therefore, the micronodules have been regarded as a useful indicator of the sedimentary environment.

Recently, deep-sea sediment extremely enriched in rare-earth elements and yttrium (REY) was discovered within the Japanese exclusive economic zone (EEZ) around Minamitorishima Island [3]. Previous studies reported that the extremely REY-rich mud contains significant amounts of biogenic calcium phosphate, which is a main host of REY, and phillipsite grains [3, 4]. In addition to them, manganese micronodules were also recognized in the sediment column, which were especially abundant in the extremely REY-rich layer [3, 4]. However, detailed features of the micronodules in the REY-rich mud within the Minamitorishima EEZ have not been investigated yet. Manganese micronodules in the REY-rich mud are about μm –mm ferromanganese oxides. Because their abundance and chemical compositions are considered to reflect respectively the sedimentation rate and redox conditions when they were buried [4], the micronodules can provide important constraints on the depositional environment of the REY-rich mud.

In this study, therefore, to characterize the manganese micronodules in the REY-rich mud within the Minamitorishima EEZ, we implemented (1) microscopic observations of the shape, surface texture, and relative abundance of the micronodules, and (2) bulk chemical analysis of them by using ICP-MS. We compared the geochemical features of the micronodules with those of macronodules both on the seafloor of the Minamitorishima EEZ, and also with those of macro- and micronodules in other areas.

The Minamitorishima micronodules are generally characterized by diagenetic features, although showing a compositional shift towards hydrogenetic features in some samples. Based on the integration of the observational and analytical results, we will discuss the possible changes in the sedimentary environment (e.g., sedimentation rates and redox conditions) involving the formation of the extremely REY-rich mud.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References

[1] Pattan (1993) Marin Geology 113, 331-344

[2] Svalnov et al. (2017) Oceanology 57, 3, 424-438

[3] Iijima et al. (2016) Geochemical Journal 50, 557-573.

[4] Ohta et al. (2016) Geochemical Journal 50, 591-603.

キーワード：マイクロマンガンノジュール、レアアース泥、南鳥島EEZ、全岩化学組成、形態分類
Keywords: manganese micronodules, REY-rich mud, Minamitorishima EEZ, bulk chemical composition, morphology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堆積層基盤PS変換波の走時解析に基づく日本・千島海溝域の堆積層厚さ分布

Seafloor sediment thickness around the Japan and Kurile trenches obtained by traveltime analysis for PS converted wave recoded by ocean bottom seismograms

*東 龍介[1]、豊国 源知[1]、高木 涼太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、中山 貴史[1]、内田 直希[1]、日野 亮太[1]
*Ryosuke Azuma[1], Genti Toyokuni[1], Ryota Takagi[1], Syuichi Suzuki[1], Makiko Sato[1], Takashi NAKAYAMA[1], Naoki Uchida[1], Ryota Hino[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
1. Recearch Center for Prediction of Earthquake and Volcanic Eruption, Graduate School of Science, Tohoku University

2016年より，日本海溝から千島海溝に至る東日本太平洋沖に展開されたリアルタイム海底地震観測網「日本海溝海底地震津波観測網（S-net，防災科学技術研究所）」の運用が開始された．海底下で発生する地震の震源推定には震源直上にある海底地震計で観測した地震波形を解析することが有効であるが，海底地震計の下には表層に低地震波速度の堆積層が厚く存在するため，それによる走時遅れを適切に補正する必要がある．

本研究では，自己浮上式海底地震計の下の堆積層厚さを推定するために用いられてきた堆積層基盤でP波からS波に変換する波（PS変換波）とP波初動との走時差を，日本・千島海溝の陸側・海側斜面域に展開されたS-net観測点において読み取ることにより，この海域における表層堆積層の厚さの空間分布の推定した．

波形読み取りに際し，まず，S-net観測点の加速度波形を用いて重力加速度と遠地地震表面波の振動軌跡からセンサーの設置方位を求め，収録された速度波形記録を上下・東西・南北成分に変換した（高木・他，本大会）．これまでに，根室沖から房総沖にかけての海溝海側と根室沖の海溝陸側斜面のS-net観測点について，太平洋プレート内の地震30個について水平動成分からPS変換波の読み取りを進め，P波初動との走時差の平均値を観測点ごとに推定した．その結果，PS-P走時差は海溝海側の大半の観測点で約1.3~1.5秒であったが，会合部周辺で約1.6~1.7秒であった．根室沖の陸側斜面では下部斜面と上部斜面でそれぞれ1.8秒と2.7秒程度の走時差が得られた．PS-P走時差のばらつきが陸側上部斜面上部を除き±0.15秒程度であることを踏まえれば，PS-P走時差の空間変化は近接する観測点間ではほぼみられず，会合部とそれ以外の区間とでは有意に異なるといえる．

日本海溝アウターライズ域でのPS-P走時差については，屈折法探査(Fujie et al., 2016) や海底地震観測 (Hino et al., 2009) による先行研究によりそれぞれ1.0–1.5秒，0.9–1.2秒と推定されている．これらの値と本研究の結果がほぼ同値であることから，S-net記録から読み取ったPS変換波はそれら先行研究で読み取られたものと合致する．沈み込む太平洋プレート上の表層堆積層内の地震波速度には様々な報告例があり，日本・千島海溝の地震探査先行研究(Kodaira et al., 2014; Fujie et al., 2016) では層内のVpを1.6–2.5 km/s（上部–下部），Vp/Vsを8.0と推定した．これらの値を用い，層内の鉛直方向の平均Vpを2 km/sと仮定すれば，海溝海側斜面の観測点下の堆積層の厚さは350 ~ 400 m程度と見積もられ，反射法探査(Kodaira et al., 2014; Fujie et al., 2016) の結果とも調和的である．今後，根室沖以外の陸側斜面域のS-net観測点と自己浮上式海底地震計についてもPS-P走時差を求め，東日本前弧域の堆積層厚さの分布を推定する．

謝辞：本研究では防災科学技術研究所のS-netの波形データを使用させていただきました．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：PS変換波走時解析、堆積層厚さ、海底地震計（S-net、自己浮上式海底地震計）
Keywords: PS converted-wave traveltime analysis, Sedimentary-layer thickness, Ocean bottom seismograph (S-net and pop-up type OBS)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

プレート沈み込み帯における水深測量データのみを用いた臨界尖形理論の検討

Examination of critical taper theory based on bathymetry data in subduction zones

*高下 裕章[1]、芦 寿一郎[1]、朴 進午[1]
*Hiroaki Koge[1], Juichiro Ashi[1], Jin-Oh Park[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

沈み込み帯や造山帯のように側方からの圧縮により衝上断層が卓越し、短縮変形を受けた地質体を総称してFold-and-thrust beltと呼ぶ。Critical taper modelはfold-and-thrust beltの地形パラメータから断層の摩擦係数を知るために広く用いられてきた。沈み込み帯に対してこのCritical taper modelを適用した場合、単純な地形パラメータを用いてプレート境界断層における摩擦係数の推定が可能である。そのため、Critical taper modelは地震に関連する議論においても広く用いられてきた。

ただし、Critical taper modelでは、計算に用いる地形データを取得する際、以下のような２つの問題点が指摘できる。1）反射法地震探査断面のデータが必要であるため、観測記録のある断面以外に Critical taper modelの適用ができない。2）反射法地震探査データを用いた深度断面処理において、プレート境界断層の深度が速度モデルに大きく依存し、プレート境界断層の傾斜角βの値に影響を与える。そのため正確な比較という点に関して信頼性が低い。

そこで本研究は上述の問題点を改善するため、Critical taper modelに用いるパラメータを反射法地震探査断面ではなく、水深測量データからのみ得る新たな手法の開発を行った。反射法地震探査断面から得られるプレート境界断層の傾斜角βの代わりに、プレートが沈み込む前の海溝海側斜面の傾斜角β(bathymetry)を使用し、その計算結果から手法の妥当性の検証を行った。本研究では、南海トラフを対象領域として手法の妥当性の検証を行った。南海トラフでは海溝型巨大地震の基礎研究の重要性から反射法地震探査断面が多く取得されており、従来の Critical taper modelと本研究で新たに行う手法との比較が行い易いこと、地震波やGPSなど、様々な研究手法による観測が進んでいることから、その比較対象とするべき先行研究が豊富である。そのため、Critical taper modelでのデータ取得と、結果の解釈がほかの沈み込み帯より容易であることが期待される。

本手法の妥当性の検証結果から、海底下の沈み込み帯にCritical taper modelを適用する場合、理論的に見過ごされてきた特徴があることが明らかになった。その性質とは、高い間隙水圧比がウェッジ全体で仮定される場合、有効摩擦係数の算出に際しβが結果に与える影響が非常に小さくなることである。そのため、水深測量データにおける海溝陸側斜面の傾斜αのみを用いて浅部プレート境界断層の摩擦分布を議論することが十分可能であることが示唆された。ただしその際、有効摩擦係数の算出誤差が20パーセント程度生じる点は注意が必要である。水深測量データは空間的に密に取得されたデータであるため、これにより海溝軸に沿った高密度な浅部プレート境界断層の摩擦分布を初めて算出することが可能となった。

予察的な解釈として、本手法は地震活動によるセグメントが十分に検討されていない領域において、地震・津波防災に関して資する新たな手法だと考えられる。

キーワード：沈み込み帯、臨界尖形理論、日本海溝、南海トラフ
Keywords: subduction zone, critical taper model, Japan Trench, Nankai Trough

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高分解能浅部構造探査と精密照準採泥による相模湾断層の活構造
Active structures of the Sagami Bay Fault by high-resolution sub-bottom profiling and pin-point core sampling

*芦 寿一郎[1]、山口 飛鳥[2]、奥津 なつみ[1]、三澤 文慶[3]
*Juichiro Ashi[1], Asuka Yamaguchi[2], Natsumi Okutsu[1], Ayanori Misawa[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 産業技術総合研究所
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

北西－南東方向に連続する相模トラフの東側斜面は，沖ノ山堆列と呼ばれる海丘群が連続する．その麓は，北西－南東方向の相模構造線が推定され，プレート沈み込み帯の構造境界と解釈されてきた（木村，1973，科学）．大河内（1990，地学雑誌）は，海丘群の麓に海底付近に達する断層（相模湾断層）と活動的な背斜構造を地震探査断面をもとに報告している．また，海陸統合地殻構造調査では，国府津-松田断層の南東延長部に東傾斜の反射面が確認され，プレート境界から分岐した断層とみられる（佐藤ほか，2010，地質学会要旨）．しかし，最近の変動を示す海底表層付近の変形は明らかになっていない．本研究は，高分解能の浅部構造探査と断層試料の採取により最近の断層の活動を明らかにすることを目的とした．

調査海域は三崎海丘の南西側斜面で，白鳳丸KH-10-3，KH-11-9, KH-16-5次の各航海で無人探査機NSSを用いた深海曳航式サブボトムプロファイラー探査と精密照準採泥を行なった．NSSは推進器とビデオカメラ，切り離しフックを備えピンポイントでのピストンコア採泥が可能である．深海曳航式サブボトムプロファイラー探査は，海底面付近で周波数1.5～6kHzのチャープ式発振・受信することで高分解能の記録が取得できる．

三浦海丘の南西斜面の複数のサブボトムプロファイラー探査測線では，斜面麓で断層とみられる反射面を確認した．反射面は北東側へ約30度傾斜し，上盤側はいずれの地点も無構造であるが，下盤側はほぼ水平な成層構造が認められる地点と崖錐堆積物とみられるカオティックな構造の認められる地点があった．サブボトムプロファイラー断面で傾斜した反射面を確認しながら，6m管のピストンコアラー採泥を行なった．深度1.2 mまでは暗緑色のシルト質粘土とシロウリガイの貝殻片を含んだ含礫泥層の互層が見られる．深度1.2 mから2.6 mまではシルト質の薄層が15 cm前後の間隔で暗緑色の粘土中に出現する．断層とみられる厚さ約5 mm のゾーンは，深度2.25 mに認められ，シルト質粘土と砂～細礫サイズの岩片から構成される．また，このゾーンは古地磁気による方位補正の結果，北～東の方向へ30度の傾斜を示し，サブブトムプロファイラー断面に見られた傾斜した反射面に相当すると解釈される．発表では三浦海丘周辺の浅部地下構造についても報告する．

キーワード：活断層、崖錐堆積物、活褶曲
Keywords: active fault, talus deposit, active fold

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ海域の断層分布と構造的特徴
Fault Distribution and Structural Characteristic in the Nankai Trough Area, Japan

*新井 麗[1]、高橋 成実[1]、勝山 美奈子[1]、田中 恵介[1]、鎌田 弘己[1]、佐藤 智之[2]、井上 卓彦[2]、金田 義行[3]
*Rei Arai[1], Narumi Takahashi[1], Minako Katsuyama[1], Shigeyoshi Tanaka[1], Hiromi Kamata[1], Tomoyuki Sato[2], Takahiko Inoue[2], Yoshiyuki Kaneda[3]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、3. 香川大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Kagawa University

As part of “The Comprehensive Evaluation of Offshore Fault Information Project” by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, JAMSTEC has conducted collecting marine seismic reflection/refraction data, bathymetric data, well data acquired within the Japan EEZ and surrounding areas, and assembling a database to serve data for future scientific research.

Data includes 1) seismic reflection/refraction data acquired by JAMSTEC, AIST(Japan Geological Survey), and Japan Coastal Guard for purposes of geological investigation and research, and 2) seismic reflection data acquired for purposes of oil and gas exploration by Ministry of Economy, Trade and Industry and Japanese oil companies.

Since 2D multichannel seismic reflection were acquired and processed according to survey standards of the early era to the recent, the original data were re-processed by applying the state-of-the-art data processing methods to obtain unified high-quality seismic profile which capable of interpreting subsurface structures and fault morphology. Within the Nankai Trough and the Izu-Ogasawara area more than 180,000 km of 2D single/multichannel data and 4,800 km^2 of 3D multichannel data was collected to set for geological interpretation.

To identify a fault which caused earthquakes in geological history, a seismic profile must show not only geomorphological feature but also subsurface displacement or flexure in sedimentary layers and bed rocks. In order to determine the fault surface and morphology, the same structure must exist on other successive profiles, and bathymetric data also helps to trace lineament caused by fault activities.
The Nankai Trough is a part of plate boundaries where the Philippine Sea Plate subducts beneath the overlying the Eurasian Plate, and seismic reflection/refraction studied have been conducted to reveal the structure of the plate boundary and to understand the mechanics of seismic hazards. This project allows to use widely acquired data from scientific purposes to economic purposes in the Nankai Trough area, and as a result, the preliminary fault distribution on the area has been mapped. Offshore of Hamamatsu, Shizuoka Pref., seismic reflection profile shows compressive structures of the two known fault zones, the Enshu fault system and the Kodaiba fault system, which extends to offshore of Shima, Mie pref. Seismic reflection profiles which cross the trough shows that the beneath the forearc basin deposits and the old accretional prism a seismic reflector that dips landward iles just above the oceanic crust. This reflector is known as the spray fault (e.g. Park et al., 2002) and can be traced in other profile, with length of more than 50km.Off the Shikoku island to Hyuganada, seismic reflection data show very complex structures such as subsiding of a seamounts and ridges or mud domes which form along faults.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：南海トラフ、海域断層、反射法地震探査
Keywords: Nankai Trough, offshore fault, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底地震計で捉えた中部琉球海溝での地震活動
Seismicity in the central Ryukyu Trench by the Ocean Bottom Seismometers

*屋嘉部 蓮[1]、中村 衛[1]、山下 裕亮[2]、篠原 雅尚[3]、山田 知朗[3]、塩原 肇[3]、望月 公廣[3]
*Ren Yakabu[1], Mamoru Nakamura[1], Yusuke Yamashita[2], Masanao Shinohara[3], Tomoaki Yamada[3], Hajime Shiobara[3], Kimihiro Mochizuki[3]

1. 琉球大学理学部物質地球科学科、2. 京都大学防災研究所、3. 東京大学地震研究所
1. University of the Ryukyus, 2. DPRI, Kyoto University, 3. ERI, Tokyo University

中部琉球海溝で発生する低周波微動活動をとらえるために設置された海底地震計記録を用いて、奄美大島から沖縄本島にかけての地域の海溝軸付近での地震活動を探った。解析には気象庁の陸上地震観測網での波形記録と、東京大学地震研究所と京都大学防災研究所が設置した海底地震計で得られた地震波形データの双方を使用した。観測期間は2015年1月から2016年9月である。解析では気象庁カタログでM3.0以上のイベントを選択し、海底地震計記録と気象庁観測網の連続波形データから波形検測システムWINを用いて検測した。

次に、震源決定を行う前に、速度構造の修正を行った。1次元速度構造は、島弧域（気象庁観測点）と海域（海底地震計）で異なる速度構造モデルを採用した。島弧域モデルはJMA2001を初期モデルとして、気象庁と海底地震観測点でのP波・S波走時を使用し、連携震源決定法（Kissling et al., 1994）で速度構造を修正した。海域モデルは沖縄本島付近で行われた屈折法探査(Kodaira et al., 1996; Nishizawa et al., 2017)によるP波速度断面図を基に作成した。次に海底地震観測点ごとにP-PS時間差を読み取り、堆積層補正をおこなった。これらの値を用いて、hypomhを改良して震源決定を行った。

さらに、2016年5月から6月に海溝軸付近で発生した群発地震の発生前の活動を調べるため、群発地震が起こる約2ヶ月前の4月1日から発生直前までに近傍に設定されていた海底地震観測点で捉えられた地震のP-S時間差を読み取った。
気象庁震源と比較して、再決定された震源はプレート境界面に近づくように深さが浅くなり、平均で20～30km浅く震源が求められた。海溝軸付近では震源がより浅くなり、最大で約60km浅くなった。震央の位置は、大部分の地域で気象庁カタログと再決定結果とで大きな変化は見られなかった。しかし沖縄本島の南側では再決定震央は気象庁カタログよりも海溝側に移動していた。P-S時間差のグラフからは、群発地震が開始する約12時間前からP-S時間が短い地震が多く検出された。これは群発地震の前震活動と考えられるが、気象庁観測網では捉えられていなかった。

キーワード：海底地震計、琉球海溝、群発地震
Keywords: Ocean Bottom Seismometer, Ryukyu Trench, Earthquake Swarm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Po/So波から推定した九州下に沈み込んだフィリピン海プレートの地震学的構造
Seismic structure of subducted Philippine Sea plate beneath Kyushu inferred from Po/So waves

*志藤 あずさ[1]
*Azusa Shito[1]

1. 九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター
1. Institute of Seismology and Volcanology, Kyushu University

Po/So waves are oceanic Pn/Sn phases that are characterized by their high-frequency (f>2.5 Hz) content, long-duration, and great travel distances (up to 3000km) through the oceanic lithosphere [e.g., Linehan, 1940; Walker, 1977, 1982]. In our previous study [Shito et al., 2013], we demonstrated that Po/So waves develop from the multiple forward scatterings of P and S waves in oceanic lithosphere due to the laminated small-scale heterogeneities. Shito et al. [2015] analyzed Po/So waves in the Philippine Sea Plate, which consists of three regions with different lithospheric ages. They found that Po/So waves propagate more effectively in older regions and demonstrated that the increase in propagation efficiency of Po/So waves depending on the age of the oceanic lithosphere can be qualitatively explained by thickening of the oceanic lithosphere including small-scale heterogeneities and a reduction in the intrinsic attenuation. This study showed that Po/So waves are powerful tool to explore structural variations of the oceanic lithosphere.

Recently, such structural variations (e.g., thickness) of the incoming oceanic lithosphere are supposed to affect seismic and volcanic activity of the subduction zone [Yamamoto et al., 2013; Shibata et al., 2014]. However, it is poorly known that such structural variations of the oceanic lithosphere remain or dissipate after the subduction. In this study, we investigate the structural variations of the subducted Philippine Sea plate by using Po/So waves. We analyze Po/So waves from the earthquakes (mb>3.0, depth>50 km) that occurred in the subducted Philippine Sea slab beneath Kyushu. We compare Po/So waves propagating through different portion of the subducted Philippine Sea Plate and discuss the relation between observed features (velocity and energy) of the Po/So waves and the structural variations of the Philippine Sea plate. We verify that Po/So waves trace deeper extension of Kyushu-Palau Ridge (KPR) that is subducting beneath the Hyuga-nada region.

Acknowledgments
The data analyzed in this study were obtained from Hi-net (NIED) stations in Kyushu. The source parameters of the earthquakes were provided by JMA. This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP18K03807.

キーワード：Po/So波、フィリピン海プレート、九州パラオ海嶺
Keywords: Po/So waves, Philippine Sea Plate, Kyushu-Palau Ridge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スマトラ北西沖外縁隆起帯で視認される斜面崩壊地形とその分布
Slope failure features and their distribution in the forearc off northwestern Sumatra

*平田 賢治[1]、富士原 敏也[2]、三澤 文慶[3]、荒井 晃作[3]
*Kenji Hirata[1], Toshiya Fujiwara[2], Ayanori Misawa[3], Kohsaku Arai[3]

1. 防災科学技術研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 産業技術総合研究所
1. National Research Institue for Earth Science and Diaster resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

2004年12月末に発生したスマトラ地震(Mw9.2)の1ヶ月半後のNT05-02調査航海（NT05-02 scientific party, scientific party, http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/sumatra/natsushima/bm/contents.html）、そして、およそ5年後にKY09-09調査航海（Hirata et al., 2012, JAMSTEC report)を用いて、マルチナロービーム測深調査を実施した。２つの調査航海で用いられたマルチナロービーム測深機の有効スワス幅はそれぞれ130度（NT05-02調査航海）および80度（KY09-09調査航海）と狭く、ビーム間隔は両者とも約1度を保持している。マルチナロービーム測深機のこれらの仕様は、水深2000 m相当の海底に対して水平方向に約35m間隔の分解能で海底地形を十分復元でき得ることを示唆している。Hirata et al.は、これら２つの調査によって取得されたマルチナロービーム測深データを統合し、スマトラ島北西沖の前弧域（水深約1000m～2900m）の、詳細な海底地形データ（3°50’N, 93°10’Eおよび5°00’N、94°10’E内の多角形領域の約37m間隔のグリッドデータ）を作成した。本発表では、Hirata et al.が作成した海底地形データを用いて、スマトラ北西沖前弧域に存在する斜面崩壊地形を同定し、その分布状況などについて地質学的観点から議論する。

まず、海底地形の特徴を同定しやすくするために、斜面角度図（= arctan(dz/ds)、ここでzは水深、sは斜面の最急降下方向を水平面に投影した単位距離ベクトル）、斜面角度変化図（= arctan(d^2z/ds^2)）、斜面方向図（= arctan(dx/dy)、ここでxおよびyは斜面の最急降下方向を水平面に投影した単位距離ベクトルの東向き成分および北向き成分）を作成し、これらを陰影付の海底地形図とともに視察し、斜面崩壊地形を同定した。例として、スマトラ北西沖前弧域の一部の領域（4°03’N, 93°17’Eおよび4°14’N、93°53’E）について、海底地形図（図中(a))、斜面角度図(b)、斜面角度変化図(c)、斜面傾斜方向図(d)および、これらの図から同定・解釈された斜面崩壊地形などの分布図(ｅ）を示す。

NT05-02調査航海の測深機の測深能力が水深3000m未満であったので、図中の西端に存在するはずのスマトラ北西沖のスマトラ海溝（水深約4500m）周辺の海底地形は復元できていないが、スマトラ前弧域の外縁隆起帯の西端を境する、比高約1kmに達する滑落崖地形上部を視認することができる。海底地形図などの解析によって、この滑落崖崖地形は海溝走向方向に連続する複数の斜面崩壊地形によって形成されていることが視認できる。これらの斜面崩壊地形の冠頂部は鋭角であり、ほとんど開析が進んでいないと考えられる。すなわち、これらの滑落崖地形はかなり新しい時期に形成されたと推測される。外縁隆起帯を陸側（東側）に目視していくと、冠頂部が丸みがかった斜面崩壊地形が出現するようになる。海溝側から陸側に行くにつれ、斜面崩壊地形の冠頂部の開析が進んでいる理由は、外縁隆起帯の形成過程から説明される；スマトラ海溝において海洋プレートの上部からはぎ取られた厚い堆積層が、外縁隆起帯の上部へ連続して付加する（乗り上げる）ことによって、外縁隆起帯が形成されていることが確認されている（Mosher et al.,2008, Mar.Geol., Misawa et al., 2014, EPSL）。すなわち、外縁隆起帯は、海溝側（西側）よりも陸側（東側）がより古い時代に付加している。

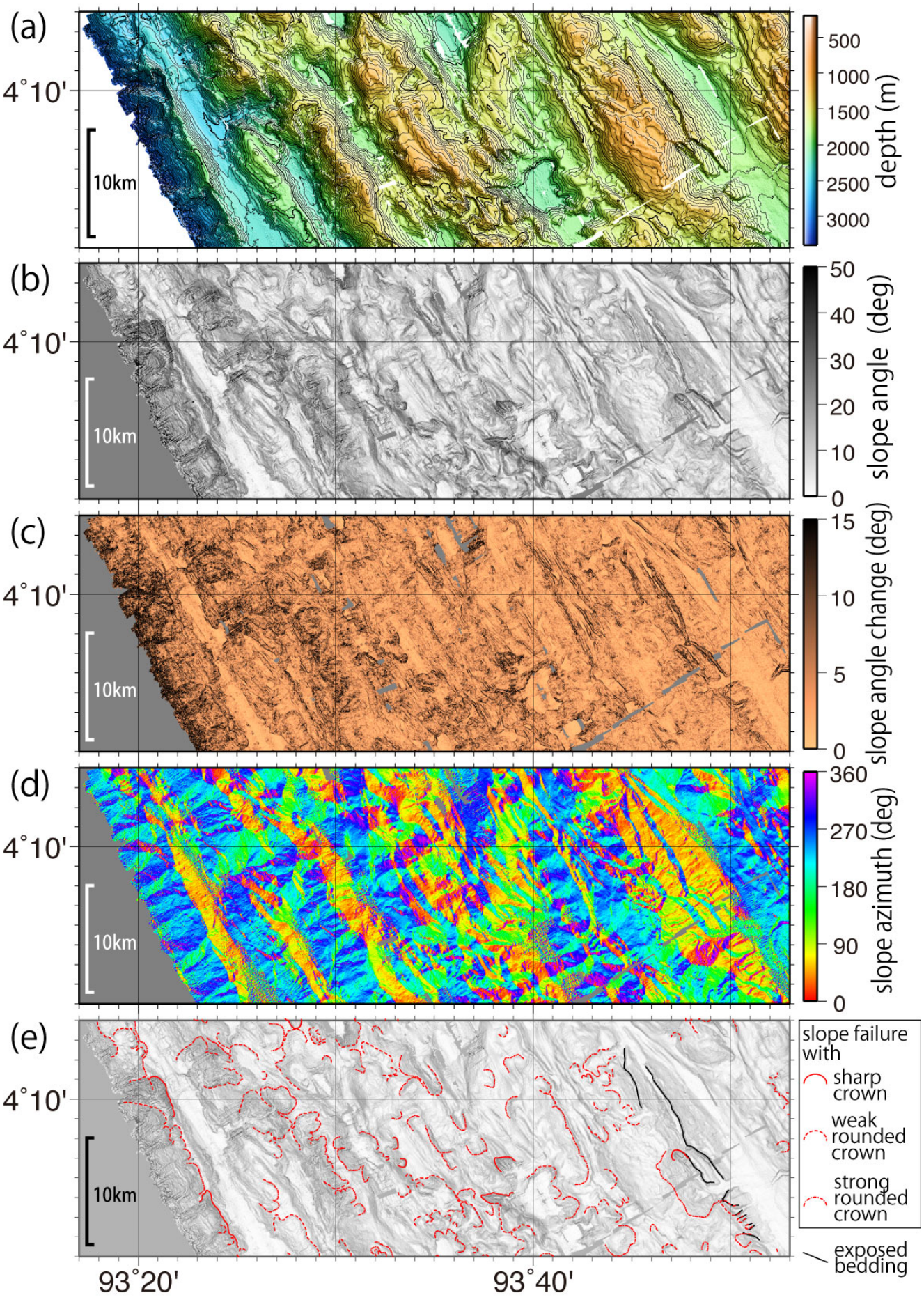
一方、この一般的ルールから逸脱し、陸側に存在し、開析が進み、いくぶん丸みがかった冠頂部を有する複

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

数の斜面崩壊が多く存在する領域で、冠頂部がまだ鋭角で開析が進んでいない、比較的新鮮な斜面崩壊地形もいくつか同定することができる（例えば、4°06’N, 93°39’E付近の幅1km程度の２つの斜面崩壊地形）。陸側に点在する、これらの比較的新鮮な斜面崩壊地形は、スマトラ北西前弧域に存在すると考えられる主な分岐断層の最近の活動と関係している可能性がある（Hirata et al., 2010, AGU）。

キーワード：スマトラ、前弧、外縁隆起帯、斜面崩壊、海底地すべり
Keywords: Sumatra, forearc, outer arc high, slope failure, submarine landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Origin and migration of fluid in the Sumatra subduction input: application of a geochronological method using a long-lived radioisotope of dissolved iodine

*尾張 聡子[1]、戸丸 仁[1]
*Satoko Owari[1], Hitoshi Tomaru[1]

1. 千葉大学大学院理学研究科
1. Chiba university

Iodine has a strong biophilic character and is highly enriched in organic matter in the marine environment. Organic matter is decomposed by thermogenic and microbial processes during the sedimentation and releases iodine into the interstitial water. Iodine has one stable isotope (^{127}I) and one long-lived radio isotope (^{129}I) with the half-life of 15.7 Myr. Therefore, the $^{129}I/^{127}I$ ratio of marine interstitial water has been used for identifying the origin of fluid. We applied iodine geochronology to the interstitial waters extracted from the deep drilling cores recovered by IODP Exp. 362, where Sumatra subduction input sediments develop more than 1400 m without major fractures. The concentration and isotopic ratio ($^{129}I/^{127}I$) of iodine dissolved in the interstitial water were analyzed in order to characterize the source and potential age of iodine prior to the subduction and examine the basic geological factors controlling the fluid migration in the input sediment body.

Concentrations of iodine and methane increase and TOC decreases toward 200 meters below seafloor (mbsf) and 1250 mbsf, which indicate degradation of organic matter around that depth and subsequent release of iodine and methane into the interstitial water. Iodine gradient is controlled by the degradation of iodine-rich organic matter microbially in shallow sediment (at 200 mbsf) and geothermally in deep sediment (at 1250 mbsf), respectively. The $^{129}I/^{127}I$ ratios between 0 and 400 mbsf vary between 300 $\times 10^{-15}$ and 800 $\times 10^{-15}$, and the lowest ratio of 300×10^{-15} is found at 175 mbsf. There are some thick sand layers > 60 meters between 0 and 400 mbsf. These porous layers transport allochthonous dissolved iodine and interstitial water, which are relatively old. However $^{129}I/^{127}I$ of 1300×10^{-15} at 67 mbsf corresponding to the sediment age of 3 Ma at 200 mbsf which is the zone of degradation of organic matter. $^{129}I/^{127}I$ between 400 to 1480 mbsf decrease from 700 $\times 10^{-15}$ to 400×10^{-15}, resulting from mixing with deep (old) iodine and shallow (young) iodine. In the input sediment, iodine gradient is strongly controlled by degradation of organic matter and the migration is controlled by vertical diffusion which indicates poor fluid migration or slow migration rate. However, the horizontal advection/migration of interstitial water is significant within the thick-porous sandy layers.

キーワード：129I、放射性ヨウ素同位体年代法、間隙水、スマトラ沈み込み帯インプット堆積物、国際深海掘削計画 第362次航海
Keywords: 129I, Iodine geochronology, Interstitial water, Sumatra subduction input, IODP Exp.362

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深海マッピングの新時代への挑戦: 無人海底地形調査の国際大会 “Shell Ocean Discovery XPRIZE”

Challenge to Future Deep-Water Mapping: Unmanned Bathymetric Survey Competition "Shell Ocean Discovery XPRIZE"

*住吉 昌直[1]
*MASANAO SUMIYOSHI[1]

1. 海上保安庁海洋情報部
1. Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard

様々な分野で無人技術が発展してきている現代において、海底地形調査の世界においても、無人調査技術が活用されている。特に、深海域において高分解能の海底地形データを取得するために、自立型潜水機器（Autonomous Underwater Vehicle: AUV）が活躍している。今後、AUVの投入回収を含めた深海域マッピングの更なる無人化・自動化を進めるためには、技術革新が必要となっている。このような技術革新を促すために、深海域における無人海底地形調査の国際大会”Shell Ocean Discovery XPRIZE”が、3年間に渡って開催されている。

米国ニューハンプシャー大学では、新時代を切り開く海洋調査技術を積極的に開発しており、その一つの取り組みとして、無人技術を用いた深海域マッピングの国際大会”Shell Ocean Discovery XPRIZE”に、GEBCO-NF Alumni チームが参加している。本チームでは、水路測量技術を学ぶために2017年まで同大学へ留学していた著者が、本チームの一員として、技術の研究開発を強く押し進めてきた。本チームは、2017年11月に開催されたRound 1（準決勝: 水深2000 m級）を通過し、昨年11月にファイナリストとして、水深4000 m級のRound 2（決勝戦）に挑んだ。本稿では、決勝戦であるRound 2を含む、GEBCO-NF Alumni チームのこれまでの取り組みと成果について報告する。

キーワード：Shell Ocean Discovery XPRIZE、GEBCO-NF Alumniチーム、無人調査技術 (USV, AUV)、海底地形調査、マルチビーム測深機、合成開口ソナー
Keywords: Shell Ocean Discovery XPRIZE, GEBCO-NF Alumni Team, Unmanned/Autonomous Technologies (USV, AUV), Bathymetric Survey, Multibeam Echosounder (MBES), Synthetic Aperture Sonar (SAS)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Prototype of deep-sea ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using “A-0-A” approach for detection of long-term crustal deformation

*太田 雄策[1]、日野 亮太[1]、鈴木 秀市[1]、佐藤 真樹子[1]、西間木 佑衣[1]、梶川 宏明[2]、小畠 時彦[2]
*Yusaku Ohta[1], Ryota Hino[1], Syuichi Suzuki[1], Makiko Sato[1], Yui Nishimagi[1], Hiroaki Kajikawa[2], Tokihiko Kobata[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 産業技術総合研究所計量標準総合センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Ocean bottom pressure gauge (OBP) can continuously observe the vertical crustal deformation in the seafloor. However, a nature of long-term drift of pressure sensors causes a serious problem in detection of the long-term crustal deformation. A possible approach to remove the sensor drift on the sea-floor is to use a dead-weight tester as the pressure standard to make in-situ calibration on the seafloor by periodically switching between the ambient pressure and the reference pressure (Sasagawa et al. 2016). Recently, an alternative approach, an “A-0-A” method, using the internal pressure of the instrument housing as the reference pressure was proposed (e.g. Wilcock et al., 2018). We investigated the long-term drift behavior and ability of “A-0-A” method by a laboratory experiment using dead-weight tester as a pressure standard (e.g. Nishimagi et al. AGU fall meeting, 2018). We regard the reading at high applied pressure as ambient pressure point (“A”) and that at atmospheric pressure as zero-point (“0”). Although the residual time series between the “A” and “0”, however, showed small discrepancy, we found drift characteristics of “A” and “0” are basically similar to each other.

Based on these laboratory experiment results, we have started to develop a proto-type of ocean bottom pressure recorder with self-calibration capability using “A-0-A” approach for deep-water (up to 7,000 m) deployment. We install all the equipments including a pressure sensor in a 17-in glass sphere. To measure both of the internal and external (water) pressure by a single sensor, we adopt 3-way a ball valve controlled by an electric actuator in front of the sensor, as in the previous self-calibrating system using a dead-weight tester. The actuator is operated by the microcomputer to switch by arbitrary interval. We also install alternative barometer to compare the internal pressure value recorded by the pressure sensor. The development is still under way, and we will show more detail characteristic of the prototype system and its potential abilites.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広帯域海底地震計観測の高度化へ向けて：ノイズ低減と表面波アレイ分散計測

Noise reduction and surface wave array dispersion measurements applied to NOMan's broadband OBS data

*川野 由貴[1]、一瀬 建日[1]、川勝 均[1]、竹尾 明子[1]、塩原 肇[1]
*Yuki Kawano[1], Takehi Isse[1], Hitoshi Kawakatsu[1], Akiko Takeo[1], Hajime Shiobara[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

To achieve better performance of broadband ocean bottom seismometer (BBOBS) survey, we applied noise reduction analysis and dispersion measurements to the vertical component seismograms of the Normal Oceanic Mantle (NOMan) project arrays, which are previously analyzed by Takeo et al. (2018). Our noise reduction targets on the tilt noise that is significant for low-frequency (<0.1 Hz) BBOBS vertical records. Tilt noise is generated by the seafloor current which flows pass the BBOBS. It originally only dominates horizontal records, but the misalignment between the seismic sensor's vertical axis and gravitational direction allows projection of noisy horizontal tilt noise onto vertical records. Hence, vertical tilt noise can be estimated from the transfer function between horizontal and vertical records (Crawford and Webb, 2000). We developed a noise reduction method which is suitable for Japanese BBOBS based on the approach of Crawford and Webb (2000) and Bell et al. (2015). By performing noise reduction analysis, we achieved about 20 dB noise reduction at the frequency lower than 50 mHz and extracted lots of buried seismic signals. To verify the effect of noise reduction analysis, we compared array dispersion measurement results which derived from tilt noise removed and non-removed data. Using the method of Takeo et al. (2018), we measured average phase velocity and azimuthal anisotropy of fundamental mode Rayleigh waves to estimate isotropic and azimuthally anisotropic Vsv (βv) profiles. The results show that tilt noise removed data can provide us with more precise low-frequency measurements and the better-constrained structure at a depth of 80 km or deeper. Our results indicate that noise reduction preprocessing is important for improving Japanese BBOBS analysis.

キーワード：広帯域海底地震計、傾斜ノイズ、低周波、表面波アレイ解析
Keywords: broadband ocean bottom seismometer, tilt noise, low frequency, surface wave array measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底基盤岩研究に於けるハイテク・ドレッジの有用性と課題。 --海底岩石のリアルタイムモニタリングドレッジを目指して--
High-tech dredge system for abyssal bedrock research; dredge system with acoustic real time monitoring on deep sea floor.

*石井 輝秋[1]、樹田 行弘[2]、坂本 泉[3]、町田 嗣樹[4]
*Teruaki Ishii[1], Yukihiro - Kida[2], Izumi - Sakamoto[3], Shiki -- Machida[4]

1. 静岡大学防災総合センター　ishiiteruaki@hotmail.com、2. 海洋研究開発機構、3. 東海大学、4. 千葉工業大学
1. Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Sizuoka University, 2. JAMSTEC, 3. Toukai University, 4. Chiba Institute of Technology

海底地質研究には，海底地殻の構成物質を手にとり，物質科学的解析を行うことは欠かせない研究手段である．典型的な海洋地殻は，成層構造をしている，つまり，表層から順に軟堆積物，堆積岩，基盤岩である火山岩・深成岩を経て，モホ（モホロビッチ不連続面）を境としてマントルカンラン岩に至る．研究目的目標により，海底試料採取方法はさまざまに工夫された装置が開発されてきている．例えば，表層附近の堆積物採取を目的とした装置には，ピストンコア等の各種柱状採泥器がある．海洋域の地球深部物質の採取方としては，地球深部探査船「ちきゅう」により，マントルまで連続コアリングするのが理想であろうが，簡便性に欠けるうえ，成就するまでには，今から5-10年程度の歳月を要するであろう.それまで，手をこまねいて待っている訳にはいかない.

海洋底基盤岩の物質科学的研究に於いては，その成否が良質な海底地質試料採取の可否にかかっていると言っても過言ではない．海底基盤岩の採取には比較的簡便で安価な，しかもローテク（ローテクノロジー＝low technology）の典型ともいえるドレッジ（dredge）が広く使用されてきた．筆者は内外の研究調査船において，40年間にわたりドレッジ観測の実体験をしてきた．国内では数次にわたる淡青丸，白鳳丸，「よこすか」，「かいれい」航海，海外においては米国のアトランティスII，メルビル（2回），モアナウエーブ，トーマス・トンプソン航海等である．これらの体験を通じて得た知識を基に，上記航海毎にドレッジシステムの改良に連なる事例を積み重ねて，ORI-TI型ドレッジ装置（Ocean Research Institute-Teruaki Ishii Type Dredge System）を提案するに至った．ここでは，ドレッジシステム改良の経緯，米国船での体験を中心に話題提供を行う.

米国ではドレッジは昔ながらの流儀，つまりローテクを保っていてあまり技術的な進歩が見られない様に見うけられる，つまり米国では有人潜水艇や，無人の有索ロボットを使用しての研究に力が注がれているためか，ドレッジ観測法に関しては停滞している様に見受けられる．更にドレッジ手法そのものも研究者側，船側双方で伝承が上手く行われていない様にも見受けられる.

一方，日本では年毎に技術的進化・変革が見られる．特に最近では中堅から若手研究者を中心に，ドレッジシステムへのトランスポンダー技術の応用（町田他，2011）や，ドレッジ本体への深海カメラの組み込み（坂本他，2017）等，斬新なハイテク（ハイテクノロジー＝high technology）化への急速な動きが見られる．更に、2018年から「しんかい6500」のTVカメラで撮影された映像は、新たに開発された、新水中画像伝送装置（Kida et al, 2018）により、２秒毎の更新画像送信が可能となった（櫻井利明,2018参照）。近い将来比較的廉価な新水中画像伝送装置が開発されれば、ドレッジ用深海ビデオカメラ画像送信にも、応用可能となるであろう。ケーブル無しで海底を観察しながら岩石を採取できるドレッジも可能になりつつある様に思われる。海底地震計、ピストンコア、採水器、係留装置等々応用範囲は限りがないように思われる.

引用文献

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kida, Yukihiro, Mitsuyasu Deguchi, and Takuya Shimura.(2018): Experimental result for a high-rate underwater acoustic communication in deep sea for a manned submersible SHINKAI 6500, J. Marine Acoust. Soc. Jpn., 45 (4),197-207.

石井輝秋（2017）：ドレッジシステムのローテクからハイテクへの変革---海底物質科学研究の飛躍を目指して---，深田地質研究所年報，18，29-48.

坂本 泉・飯島さつき・門馬大和・谷 健一郎 （2017）：カメラ付きドレッジ「さつき」シス テム①その開発と機能紹介，ブルーアース 2017，講演要旨BE17-12.

町田嗣樹・松浦由孝・阿部なつ江・石井輝秋 （2011）：トランスポンダーを用いたドレッジのリアルタイムモニタリングにもとづく海洋底岩石採取, JAMSTEC Rep. Res. Dev, 13, 89-105.

キーワード：海底基盤岩、ハイテク・ドレッジ、RI-TI型ドレッジ、ドレッジ　トランスポンダー、ドレッジ深海ビデオ、水中音響画像伝送装置
Keywords: abyssal bedrocks, high-tech dredge system, ORI-TI type dredge, dredge transponder, deep sea dredge VTR, underwater acoustic transmission system

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本周辺海域の断層データベース・システムの構築
Construction of Database System on Offshore Faults around Japan

*鎌田 弘己[1]、高橋 成実[1,2]、田中 恵介[1]、新井 麗[1]、勝山 美奈子[1]、仲西 理子[1]、藤原 広行[2]、大角 恒雄[2]、井上 卓彦[3]、佐藤 智之[3]、金田 義行[4]
*Hiromi Kamata[1], Narumi Takahashi[1,2], Shigeyoshi Tanaka[1], Rei Arai[1], Minako Katsuyama[1], Ayako Nakanishi[1], Hiroyuki Fujiwara[2], Tsuneo Ohsumi[2], Takahiko Inoue[3], Tomoyuki Sato[3], Yoshiyuki Kaneda[4]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、4. 香川大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 4. Kagawa University

JAMSTEC has performed the project for “Comprehensive Evaluation of Offshore Fault Information” sponsored by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) since FY2013. The project consists of three themes named “Sub-theme 1” gathering various kinds of existing geological/geophysical information and constructing offshore fault database system (DB), “Sub-theme 2” re-processing seismic data and interpreting offshore faults based on unified evaluation standard, and “Sub-theme 3” building offshore fault models conducted by NIED.

In Sub-theme 1, JAMSTEC has obtained or borrowed huge volumes of multi-channel seismic (MCS)/single-channel seismic (SCS) reflection data and ocean bottom seismometer (OBS) refraction data surveyed around Japan from various organizations including national research institutes and private enterprises, and has collected seismic velocity information, bathymetry data etc. After the quality check of these data, they are made into a database and unitary management of them are carried out. The final output of Sub-theme 1 is an offshore fault DB comprising the data sets of collected/re-processed seismic data and overall offshore fault information provided by Sub-theme 2 and Sub-theme 3. In Sub-theme 2, the past old-fashioned MCS data have been re-processed applying the latest sophisticated technology with de-multiple filtering and noise suppression for obtaining the high resolution profile of these seismic sections. Using the MCS/SCS data, offshore faults around Japan have been identified based on unified evaluation standard. Some geological horizons and a plate boundary have been also interpreted to model subsurface geometry and 3D velocity structure. The final output of Sub-theme 2 is to delineate the spatial distribution and continuity of identified faults on the high resolution bathymetric map such as a red relief image map, and to organize their features/parameters such as type, length, dipping direction, extension etc. after the seismic time–depth conversion using 3D velocity structure model. The 3D velocity structure has been modeled using collected OBS refraction data, velocity analysis results in MCS re-processing and some available published data. In Sub-theme 3, NIED has built the offshore fault models based on a fault information catalog completed by Sub-theme 2. The model validation for historical earthquake source faults with the magnitude over seven has been also conducted through ground motion and tsunami simulations.

This poster presentation focuses on the offshore fault DB constructed by Sub-theme 1 of the project. JAMSTEC has finished the clarification of faults in the Sea of Japan, and around the sea area of the Nansei Islands and Izu-Ogasawara Islands by FY2017. We are currently working on the interpretation of subsurface structure and fault distribution in the Nankai Trough area, and continue to register MCS/SCS reflection time/depth sectional figures, 3D velocity models, NIED’s fault models and their parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

into the DB sequentially. The trial operation of the DB has been also done at the subcommittee of the Headquarters for Earthquake Research Promotion of MEXT. The DB is highly expected to become a useful tool that contribute to tsunami hazard evaluation and disaster management conducted by Japanese government and local authorities, and that improve the public awareness against disaster prevention.

We would like to express our acknowledgements to Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC), Japan Coast Guard (JCG), Geospatial Information Authority of Japan (GSI), AIST, Akita Prefecture, Okinawa Prefecture, University of Tokyo, Toyama University, Inpex Corporation and Japan Petroleum Exploration Co.,Ltd. (JAPEX) for providing the geological/geophysical data.

キーワード：海域断層、地震探査データ、三次元速度構造、断層モデル、データベース
Keywords: Offshore Fault, Seismic Data, 3D Velocity Structure, Fault Model, Database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数の海底反射強度データを統合する方法

An integration method for multiple sets of seafloor backscatter intensity data

*町田 嗣樹[1,2]、佐藤 太一[3]、安川 和孝[2]
*Shiki Machida[1,2], Taichi Sato[3], Kazutaka Yasukawa[2]

1. 千葉工業大学　次世代海洋資源研究センター、2. 東京大学、3. 産業技術総合研究所
1. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 2. University of Tokyo, 3. AIST

Acoustic backscattering of the seafloor is thought to provide a useful signal representing the existence of hard materials, such as lava flows with ferromanganese crust along the slope of seamount or knoll [1, 2], and ferromanganese nodules on the seafloor [3]. Previous investigations using vessel-equipped multi-narrow beam echo sounder (MBES) [1–3] identified variations of distributions over an area of tens or hundreds of square kilometres. Therefore, vessel-equipped MBES can provide a more economical exploration for vast areas than that provided by underwater apparatuses such as a deep-towed side scan sonar. However, a disadvantage inhibiting its use is that the different physical and technical parameters, such as sounder characteristics, observation period, and processing, yield different absolute values of backscatter intensity for the same area. As a solution, we propose a generally applicable method for obtaining the widespread distribution of deep-sea solid materials using a combination of several datasets of vessel-equipped MBES.

The Japanese exclusively economic zone (EEZ) around Minamitorishima Island in the western North Pacific is the best candidate area in which to analyse vessel-equipped multibeam backscatter data. This is due to the fact that several research cruises, operated by the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), have obtained multiple sets of backscatter data, combined with bathymetry mapping. These data were obtained with an identical MBES (SeaBeam 3012. multibeam system) for each of the four cruises of *R/V Mirai*(MR14-E02, MR15-E01 Legs 2 and 3, and MR15-02) in 2014 and 2015, and with the other MBES (SeaBeam 2112.004 multibeam system) during a cruise of *R/V Yokosuka* (YK10-05) in 2010.

We identified two important components for successfully integrating several sets of backscatter intensity data collected by vessel-equipped MBES, as follows. (1) The folding points in the trend of the second-order differential values of the histogram of backscatter data correspond to the boundaries between different types of geology, e.g. barren pelagic sediment and dense ferromanganese nodules. (2) These thresholds each indicate that the same geologic boundaries appear at similar intervals in the histogram, even if the absolute values of intensity are different for each dataset. In particular, this latter component ensures linear fitting of the thresholds used to adjust each dataset to the arbitrary standard data. We need the confirmation of the geographical distributions of the identified boundary intensities between the different datasets. In this presentation, we will show an example of data integration for nine datasets to map the backscatter intensity of a region of approximately 155,500 km^2in the Japanese EEZ around Minamitorishima Island.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References: [1] Hirano et al. (2006) *Science***313**, 1426–1428. [1] Hirano et al. (2016) *Mar. Geol.***373**, 39–48. [3] Machida et al. (2016) *Geochem. J.***50**, 539–555.

キーワード：後方散乱強度、マルチナロービーム音響測深機、南鳥島EEZ
Keywords: backscatter intensity, multi-narrow beam echo sounder, Minamitorishima EEZ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ETOPO1を用いた海洋の平均水深の精密計算
A precise calculation of average depth for ETOPO1

*原田 靖[1]、堀内 沙恵[1]
*Yasushi Harada[1], Sae Horiuchi[1]

1. 東海大学 海洋学部 海洋地球科学科
1. School of Marine Science and Technology, Tokai University

ETOPO1とは NOAAより作成されたWGS84回転楕円体に準拠した全球1分メッシュ, 格子点数4億6656個のデジタル地形データである．NOAAはこのETOPO1を用いて平均水深を求めており，結果は-3688 mで誤差は1%と発表されている．https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/etopo1_ocean_volumes.html

これは地理座標を基準にした格子点の水深を抽出して平均水深を求めているが, この方法では特に極地域で測点間隔が極端に小さくなり, 地球は極域に主に大陸があるので, 水深の計算に偏りが出てしまう. 一般には正確な平均水深を計算するためには一様な分布の測点が必要とされる．

一方, 山路(2001)はGeneralized Spiral Set(一般化螺旋集合)を用いたGSS Generator(以下GSS)というソフトウェアを公開しており, 数学的に一様な任意個数の点を球面上に生成することが可能である. そのため本研究では，このGSSを用いて従来の方法と比較した．GSSは測点間隔が一様という利点があるが真球(地心座標)を採用しており，一方従来の方法は測点間隔が非一様であるがWGS84(地理座標)に準拠しているという利点があるからである．いくつかの数値的な解析の結果, 以下のことが分かった. WGS84回転楕円体と真球との違いによる測点間隔の非一様性は, 地理座標を採用したことによる測点間隔の非一様性と同程度かやや小さくなることが分かった. またこの計算結果からETOPO1の平均水深は, -3685.9 ±0.5mとなり, NOAAの-3688 mより約２ｍ浅くなった.

キーワード：ETOPO1、平均水深、GSS Generator
Keywords: ETOPO1, average depth, GSS Generator

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)、座長:小野 重明(国立研究開発法人海洋研究開発機構)

海溝の海側では、沈み込む海洋プレートの変形に伴ってさまざまな過程（海洋地殻の破砕、水の浸入、火成活動等）が起きている。沈み込み帯に対する境界条件（インプット）を知るためには、これらの過程がどのように進行し、その結果海洋プレートがどう変化するかを明らかにすることが重要である。一方、インプットの違いが沈み込み帯における諸現象や物質循環に及ぼす影響も、検討すべき課題である。本セッションでは、沈み込み帯へのインプットに関する以下のような話題について、地球物理、地質、岩石学等、幅広い分野からの研究発表・議論を行う。
・海溝海側でのプレート変形に伴って生じる過程
・その過程により海洋プレートが受ける変化
・その過程と海洋プレートの元々の構造の関係
・海洋プレートの変化が沈み込みプレート境界に及ぼす影響
日本海溝や南海トラフだけでなく、他の海溝についての研究、異なる海溝間の比較研究の発表も歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[SCG60-01] チリ三重会合点におけるMR18-06'EPIC'航海レグ2調査概要

*木下 正高[1,5]、岩森 光[1,5]、西川 友章[2]、安間 了[3]、Lagarrigue Sofia[4]、阿部 なつ江[5]、横山 由香[6]、Espinosa Andres[4]、Cortes Alessandra [7]、Prado Gabriela[7]、Bascuñan Ivan [7]、原口 悟[5]、太田　耕輔[9]、折橋 裕二[8]、中尾 魁史[8]、沼田 翔伍[8]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[10]、伊藤 亜妃[5]、 Pérez-Estay Nicolás [11] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所、3.徳島大学、4.チリカトリカ大学、5.海洋研究開発機構、6.東海大学海洋学部、7.アンドレス・ベロ大学、8.弘前大学、9.東京大学大気海洋研究所、10.神戸大学理学研究科、11.チリ外務省)

11:00 ~ 11:15

[SCG60-02] 北海道沖千島海溝の海側における熱流量測定

*佐々木 肯太[1]、山野 誠[1]、川田 佳史[2]、木下 正高[1]、川村 喜一郎[3] (1.東京大学地震研究所、2.東北大学災害科学国際研究所、3.山口大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG60-03] Comparison of experimental and intermediate-depth earthquake b-value: difference in hydration degree of the oceanic mantle between Tohoku and Hokkaido

★招待講演

*北 佐枝子[1]、Thomas Ferrand[2] (1.建築研究所、2.東京大学地震研究所)

11:30 ~ 11:45

[SCG60-04] Variations in bend faulting and the nature of the incoming oceanic plate off northeast Japan arc

*藤江 剛[1]、尾鼻 浩一郎[1]、山本 揚二朗[1]、山田 知朗[2]、一瀬 建日[2]、小平 秀一[1]、三浦 誠一[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所)

11:45 ~ 12:00

[SCG60-05] 日本海溝南部、福島・茨城沖海溝軸周辺の地震活動

*尾鼻 浩一郎[1]、藤江 剛[1]、山本 揚二朗[1]、海宝 由佳[1]、中村 恭之[1]、三浦 誠一[1]、高橋 努[1]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構　地震津波海域観測研究開発センター)

12:00 ~ 12:15

[SCG60-06] アウターライズ断層の強度に対する岩石・水相互作用の影響

★招待講演

*平内 健一[1] (1.静岡大学理学部地球科学科)

チリ三重会合点におけるMR18-06'EPIC'航海レグ2調査概要
Geophysical-petrological studies of the Chile triple junction and their significance: MIRAI research cruise MR-1806Leg2

*木下 正高[1,5]、岩森 光[1,5]、西川 友章[2]、安間 了[3]、Lagarrigue Sofia[4]、阿部 なつ江[5]、横山 由香[6]、Espinosa Andres[4]、Cortes Alessandra [7]、Prado Gabriela[7]、Bascuñan Ivan [7]、原口 悟[5]、太田 耕輔[9]、折橋 裕二[8]、中尾 魁史[8]、沼田 翔伍[8]、塩原 肇[1]、杉岡 裕子[10]、伊藤 亜妃[5]、 Pérez-Estay Nicolás [11]
*Masataka Kinoshita[1,5], Hikaru Iwamori[1,5], Tomoaki Nishikawa[2], Ryo Anma[3], Sofia Lagarrigue[4], Natsue Abe[5], Yuka Yokoyama[6], Andres Veloso Espinosa[4], Alessandra Isabella Rivero Cortes[7], Gabriela Pia Lazcano Prado[7], Ivan Andres Arriagada Bascuñan[7], Satoru Haraguchi[5], Kosuke Ota[9], Yuji Orihashi[8], Kaishi Nakao[8], Shogo Numata[8], Hajime Shiobara[1], Hiroko Sugioka[10], Aki Ito[5], Nicolás Pérez-Estay[11]

1. 東京大学地震研究所、2. 京都大学防災研究所、3. 徳島大学、4. チリカトリカ大学、5. 海洋研究開発機構、6. 東海大学海洋学部、7. アンドレス・ベロ大学、8. 弘前大学、9. 東京大学大気海洋研究所、10. 神戸大学理学研究科、11. チリ外務省
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. DPRI, Kyoto Univ., 3. Tokushima Univ., 4. Pontificia Universidad Catolica de Chile, 5. JAMSTEC, 6. Tokai Univ., 7. Andres Bello University, 8. Hirosaki Univ., 9. AORI, Univ. Tokyo, 10. Graduate School of Science, Kobe Univ., 11. Ministerio de relaciones exteriores, Chile

The Chile triple junction (CTJ) is a unique place where a spreading center of mid-ocean ridge is subducting near the Taitao peninsula. Around CTJ, presence of high heat flow on the continental slope (Cande et al., 1987, J. Geophys. Res.) and near-trench young granitic rocks on the Taitao peninsula (Anma and Orihashi, 2013, Geochem. J.) suggests the thermal and petrological impact of subducting ridge on the continental side. The tectonic history of the southeast Pacific since early Cenozoic to the present suggests that ridge subduction continuously occurred along the Chile trench, which migrated northward (Cande and Leslie, 1986, J. Geophys. Res.), which can contribute to growth of the continental crust (Iwamori, 2000, EPSL).
In January 2019, the MR18-06 cruise Leg 2 was conducted at the Chile Triple Junction, as a part of 'EPIC' expedition by using R.V Mirai of JAMSTEC. During the leg, we completed 4 SCS lines, 6 piston coring, 6 heat flow measurements, 2 dredges, and underway geophysics observations, as well as deployment of 13 OBSs. The primary object of heat flow measurement at CTJ is to better constrain the thermal regime around CTJ by adding new data right above CTJ. The key question is whether CTJ is thermally dominated by ridge activity (magmatic, tectonic, and/or hydrothermal) or by subduction initiation (tectonic thickening, accretion, and/or erosion). The ultimate goal is to model the temperature at the plate interface from the heat flow and other data, and to infer how the thermal regime at CTJ contributes the seismogenic behavior at the M~9 megathrust zone.
Our preliminary analysis shows high and variable heat flow around CTJ. It is generally consistent with previous heat flow along line 751 (Cande et al., 1987). With SCS and piston core data, a reasonable thermal model can be constructed around CTJ. (Acknowledgment) we thank the Hydrographic Department of Chile (SHOA), for allowing to enter the Chilean EEZ and territory for our survey.

キーワード：熱流量、チリ三重会合点
Keywords: heat flow, Chile Triple Junction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道沖千島海溝の海側における熱流量測定
Heat flow measurement on the seaward side of the Kuril Trench off Hokkaido

*佐々木 肯太[1]、山野 誠[1]、川田 佳史[2]、木下 正高[1]、川村 喜一郎[3]
*Kouta Sasaki[1], Makoto Yamano[1], Yoshifumi Kawada[2], Masataka Kinoshita[1], Kiichiro Kawamura[3]

1. 東京大学地震研究所、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 山口大学
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 3. Yamaguchi University

To understand thermal structure of subduction zone, heat flow on the surface of incoming oceanic plate serves as an important boundary condition. On the surface of oceanic plate, observed value of heat flow is generally consistent with prediction of the plate cooling model (e.g., Stein and Stein, 1992). Yamano et al. (2014) revealed extensive high heat flow anomaly on the seaward side of the Japan Trench, where the very old Pacific plate (~135 Myr) subducts beneath northeast Japan, and some possible causes of the anomaly have been examined. Fujie et al. (2013, 2015) pointed out seismic velocity structure anomalies in the crust and the uppermost mantle seaward of the Japan and Kuril trenches and attributed them to increase in water content as a result of bending of the incoming oceanic plate. Kawada et al. (2014) examined influence of hydrothermal circulation in a permeable layer in the oceanic crust as a possible source of the high heat flow anomaly. They showed that hydrothermal circulation in the permeable layer thickening toward the trench axis in concordance with the seismic velocity anomaly pumps up heat efficiently and raises heat flow on the seafloor.

Infiltration of water into the crust is inferred seaward of the Kuril Trench as well based on the seismic velocity anomaly. Nakanishi (2011) argued that the direction of bending-related faults on the oceanward slope of the Kuril and Japan trenches is well correlated with the angle between the trench axis and the ancient spreading ridge axis, which varies along the trenches. It is also speculated that the trench-ridge angle is a major controlling factor of incoming plate hydration (Fujie et al., 2018). These studies suggest that it is indispensable to examine heat flow distribution seaward of the Kuril Trench, where few data have been obtained, for investigation of water and heat transport processes associated with plate bending.

In this study, we conducted heat flow measurement on the seaward of the Kuril trench off Hokkaido on KH-18-5 cruise of R/V Hakuho-maru. We measured geothermal gradient with a 3 m long temperature probe at eight sites and with a piston corer at four sites within about 120 km of the trench axis. We attempted penetration of the temperature probe several times at each site at intervals of 300 to 500 m. Few penetrations were successful within 60 km of the trench axis probably because thick layers of volcanic ash prevented the probe from penetrating into the sediment. Thermal conductivity was measured on piston core samples.

Most of the obtained 25 new heat flow values are roughly consistent with typical values for ocean basins older than 100 Myr (~50 mW/m^2), while high heat flow, 90 to 100 mW/m^2, was observed at one station about 70 km from the trench axis. This result indicates that the degree of heat flow anomaly on the seaward side of the Kuril Trench is lower than that in the counterpart of the Japan Trench.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：熱流量、千島海溝、海洋地殻、熱水循環、日本海溝、太平洋プレート
Keywords: heat flow, Kuril Trench, oceanic crust, hydrothermal circulation, Japan Trench, Pacific plate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of experimental and intermediate-depth earthquake b-value: difference in hydration degree of the oceanic mantle between Tohoku and Hokkaido

Comparison of experimental and intermediate-depth earthquake b-value: difference in hydration degree of the oceanic mantle between Tohoku and Hokkaido

*北 佐枝子[1]、Thomas Ferrand[2]
*Saeko Kita[1], Thomas P. Ferrand[2]

1. 建築研究所、2. 東京大学地震研究所
1. International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, BRI, 2. ERI, University of Tokyo

We examine b-values of the lower-plane events than beneath Tohoku. Using the acoustic emission (AE) experimental result, the b-values for intermediate-depth intraslab earthquakes in the Pacific slab beneath the Tohoku and Hokkaido regions, northeastern Japan and find a difference in the b-values of lower-plane events in the double seismic zone. Lower-plane events reveal significantly larger b-values beneath Tohoku (0.96) than Hokkaido (0.86), implying that the brittle deformation beneath Hokkaido is more localized and leads to higher ratio of relatively large lower-plane events by Ferrand et al. [2017, Nature Communications], we also found that the b-values for experimental earthquakes increase with increasing antigorite content in serpentinized peridotite. A comparison of experimental and natural earthquake b-values implies that lower- plane peridotite is more hydrated beneath the Tohoku region, which is consistent with the difference in oceanic-plate velocity structures near the trench identified in Ocean Bottom Seismometer studies off Tohoku and Hokkaido by Fujie et al. [2017, Nature communications]. Since the density of fracture zones offshore Tohoku is larger than offshore Hokkaido, the extent of hydration of the oceanic mantle beneath Tohoku could be larger than beneath Hokkaido.

キーワード：スラブ内地震、b値、AE、二重深発地震面、海洋性マントル、かんらん岩
Keywords: intraslab earthquake, b-value, Acoustic emission , Wadati-Benioff zone, oceanic mantle, peridotite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Variations in bend faulting and the nature of the incoming oceanic plate off northeast Japan arc

*藤江 剛[1]、尾鼻 浩一郎[1]、山本 揚二朗[1]、山田 知朗[2]、一瀬 建日[2]、小平 秀一[1]、三浦 誠一[1]
*Gou Fujie[1], Koichiro Obana[1], Yojiro Yamamoto[1], Tomoaki Yamada[2], Takehi Isse[2], Shuichi Kodaira[1], Seiichi Miura[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo

As the inputs to subduction zone, the nature of the incoming oceanic plate, such as relief, thermal state, lithology, and the water content, affects subduction zone processes, including arc magmatism and interplate and intraplate seismic activities. Thus, regional variations in the nature of the incoming oceanic plate have a potential to cause regional variations in such subduction zone processes.

To reveal the nature of the incoming oceanic plate and its regional variations off northeastern Japan arc, we have conducted extensive controlled-source seismic experiments at the northwestern margin of the oceanic Pacific plate. First, we conducted seismic experiments at around the junction of the Kuril and Japan trenches. We observed seismic structural changes owing to the plate bending-related faults just prior to subduction at both trenches and found the structural changes caused by bend faulting are more significant in the Japan trench side than that in the Kuril Trench side, indicating that plate hydration before subduction is remarkably higher in the Japan Trench than in the Kuril Trench. These observed differences can be explained by the type of the bend faults, newly created faults (Japan Trench) or reactivated abyssal-hill faults (Kuril Trench). As the type of bend faults are determined by the angle between the current trench and the ancient spreading ridge, this angle is one of key factors controlling the hydration of the incoming oceanic plate.

In 2017 and 2018, we conducted additional seismic experiment at the trench-outer rise areas of the southern Japan Trench off Fukushima. This was our first seismic survey in the trench-outer rise region of the southern Japan trench. The strike of the Japan trench differs between the northern part and the southern part, indicating that the angle between the current trench axis and the ancient spreading ridge also differs between the northern part and the southern part. In addition, unlike the northern part of the Japan trench, a large seamount chain exists in the trench-outer rise region of the southern Japan Trench. The primary aim of our new seismic survey in the southern part of the Japan Trench is to clarify the differences between the northern and the southern part of the Japan trenches.

We applied traveltime tomographic inversion to the wide-angle reflection and refraction seismic data and developed a P-wave velocity (Vp) model. The obtained Vp model clearly shows the reduction in Vp near the trench axis caused by bend faulting. The Vp reduction patterns are closely akin to that in the northern Japan trench area. The angle between the current trench and the ancient ridge axis differs between the northern and the southern Japan trench, but the type of bend faults are the same. Our new observation confirmed that the type of bend faults is a key controlling factor on the bend faulting and plate hydration prior to subduction.

In addition to the structural changes caused by bend faulting, we observed curious features in crustal Vp structure. In the area far from the trench axis off Fukushima, our Vp model shows velocity reversal within the oceanic crust which is suggested by the "shadow zones" of the crustal refractions. We have observed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

similar velocity reversal within the oceanic crust in the areas far off Iwate, but not in the areas far off Miyagi. These observations suggest that the oceanic crust are intrinsically inhomogeneous in the northwestern part of the Pacific plate.

In this presentation, we will show the variations in the Vp model in the northwestern part of the Pacific plate including the structural changes caused by bend faulting and the velocity reversal within the crust, and discuss the possible impact as the subduction inputs.

キーワード：アウターライズ、地震探査、海洋プレート
Keywords: outer rise, controlled-source seismic survey, oceaic plate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海溝南部、福島・茨城沖海溝軸周辺の地震活動
Seismicity in the trench-outer rise region off Fukushima and Ibaraki, southern Japan Trench

*尾鼻 浩一郎[1]、藤江 剛[1]、山本 揚二朗[1]、海宝 由佳[1]、中村 恭之[1]、三浦 誠一[1]、高橋 努[1]、小平 秀一[1]
*Koichiro Obana[1], Gou Fujie[1], Yojiro Yamamoto[1], Yuka Kaiho[1], Yasuyuki Nakamura[1], Seiichi Miura[1], Tsutomu Takahashi[1], Shuichi Kodaira[1]

1. 海洋研究開発機構　地震津波海域観測研究開発センター
1. Research and Development Center for Earthquake and Tsunami, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

After the 2011 Tohoku-oki earthquake, seismicity within the incoming Pacific plate is active in the trench-outer rise region along the Japan Trench. These earthquakes were characterized by normal-faulting focal mechanisms and could provide information about potential source faults of large outer-rise normal-faulting earthquakes. We have conducted earthquake observations in the southern part of the Japan Trench, off Fukushima and Ibaraki region(36º—38º N) by using ocean bottom seismographs (OBSs). The observations were conducted from March to July, 2017. We have deployed 35 OBSs including 14 ultra-deep type OBSs, which can be deployed in the trench-axis area where the maximum water depth was about 7800 m. Earthquakes were detected from continuous OBS records and phase arrival times were picked manually. Then, we relocated earthquakes by using double-difference tomography technique. In the tomography analysis, we used the initial velocity model based on an active seismic study conducted in the study area. Finally, we have obtained hypocenter location of about 1400 earthquakes. We also estimated focal mechanisms by using P-wave first-motion polarities in vertical component seismograms. The results show several linear earthquake clusters in the trench-outer rise region extended in roughly N-S and NNE-SSW directions. Pre-dominance of the normal-faulting focal mechanisms indicate that the earthquakes in the trench-outer rise region were explained by bending-related normal-faulting. The earthquake cluster oriented N-S direction was almost parallel to the strike of the northern Japan Trench, whereas NNE-SSW oriented linear clusters were almost parallel to the strike of the southern Japan Trench. Although the strike of the Japan trench changes from N-S in the north to NNE-SSW in the south at around 38º N, linear clusters parallel to both directions suggest existence of the complicated fault system in the trench-outer rise region in this area. Previous OBS observations along the Japan Trench showed that there was almost no seismicity along the plate boundary and within the overriding plate closed to the trench axis. The trench landward seismicity close to the trench axis observed only within the subducting Pacific plate. However, shallow earthquakes, which could occur along the plate boundary or within the overriding plate, close to the trench axis were observed landward slope of the Japan Trench south of 36.7º N. Seafloor geodetic studies indicated that seaward motion in the landward slope along the southern part of the Japan Trench, while landward motion were observed along the central part of the Japan trench. The characteristic shallow seismicity beneath the landward slope close to the trench axis might relate to the different displacement of the trench landward slope in the southern part of the Japan Trench.

キーワード：海洋プレート、アウターライズ、日本海溝
Keywords: oceanic plate, outer rise, Japan trench

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アウターライズ断層の強度に対する岩石・水相互作用の影響
Influence of water–rock interactions on the strength of outer-rise faults

*平内 健一[1]
*Ken-ichi Hirauchi[1]

1. 静岡大学理学部地球科学科
1. Department of Geosciences, Faculty of Science, Shizuoka University

Knowledge of the amount of water stored in oceanic plates is important for understanding subduction zone water budgets (e.g., Hatakeyama et al., 2017, *Sci. Rep.*). Beneath the outer rise, the incoming oceanic plate bends down into the trench, resulting in the formation of extensional normal faults (i.e., outer-rise faults). Seismic reflection studies have shown that these normal faults penetrate into the upper mantle and act as a permeable fluid pathway. How deep outer-rise faults can develop primarily depends on the depth extent of strain localization within the oceanic lithosphere. Infiltration of seawater into outer-rise faults may promote the growth of mechanically weak hydrous phases such as talc and serpentines, perhaps leading to further strain localization. In order to understand effects of water–rock interactions on the strength of the upper mantle, I have conducted high-pressure deformation experiments on simulated peridotite fault gouges in the presence of hydrothermal water (Hirauchi et al., 2016, *Nat. Commun.*). I found that at a temperature of 500˚C and a confining pressure of 1 GPa, the development of talc-bearing, localized shear zones leads to an order-of-magnitude reduction in strength. This finding indicates that water–rock interactions along outer-rise faults play a role in deepening the fault depth and increasing water budgets in the oceanic upper mantle.

キーワード：アウターライズ断層、断層強度、含水鉱物
Keywords: outer-rise faults, fault strength, hydrous minerals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)、座長:山野 誠(東京大学地震研究所)

海溝の海側では、沈み込む海洋プレートの変形に伴ってさまざまな過程（海洋地殻の破砕、水の浸入、火成活動等）が起きている。沈み込み帯に対する境界条件（インプット）を知るためには、これらの過程がどのように進行し、その結果海洋プレートがどう変化するかを明らかにすることが重要である。一方、インプットの違いが沈み込み帯における諸現象や物質循環に及ぼす影響も、検討すべき課題である。本セッションでは、沈み込み帯へのインプットに関する以下のような話題について、地球物理、地質、岩石学等、幅広い分野からの研究発表・議論を行う。
・海溝海側でのプレート変形に伴って生じる過程
・その過程により海洋プレートが受ける変化
・その過程と海洋プレートの元々の構造の関係
・海洋プレートの変化が沈み込みプレート境界に及ぼす影響
日本海溝や南海トラフだけでなく、他の海溝についての研究、異なる海溝間の比較研究の発表も歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[SCG60-07] Seismic image of the incoming oceanic crust entering the central part of the Japan Trench: structural variation caused by petite-spot, bend fault and seamount

*小平 秀一[1,2]、大平 茜[1,2]、藤江 剛[1]、野 徹雄[1]、中村 恭之[1]、海宝 由佳[1]、三浦 誠一[1] (1.海洋研究開発機構　地震津波海域観測研究開発センター、2.横浜国立大学　横浜国立大学大学院環境情報研究院・学府)

14:00 ~ 14:15

[SCG60-08] アウターライズ地震津波の津波高予測における計算パラメタの依存性

*馬場 俊孝[1]、近貞 直孝[2]、中村 恭之[3]、藤江 剛[3]、尾鼻 浩一郎[3]、三浦 誠一[3]、小平 秀一[3] (1.徳島大学大学院産業理工学研究部、2.防災科学技術研究所、3.海洋研究開発機構)

14:15 ~ 14:30

[SCG60-09] 昭和三陸沖地震（Mw 8.4）破壊域の海底地形データ解析とマルチチャンネル反射法地震探査

*羽入 朋子[1]、朴 進午[1]、木戸 ゆかり[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[SCG60-10] 海洋プレート上の堆積物の沈み込む前の堆積過程と変形過程：北西太平洋とスマトラ沖の例

★招待講演

*川村 喜一郎[1] (1.山口大学)

14:45 ~ 15:00

[SCG60-11] アセノスフェア組成の探究：新青丸KS-18-9航海による「直プチ」調査

*平野 直人[1]、油谷 拓[2,1]、桂木 悠希[1]、Oalmann Jeffrey[3]、Rodriguez Fidel[3]、Onboard Scientific Party KS-18-9 (1.東北大学、2.バイロイト大学、3.ナンヤン工科大学)

15:00 ~ 15:15

[SCG60-12] 沈み込み帯で起こる海洋プレートによるアルゴンのインプット

*小野 重明[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

Seismic image of the incoming oceanic crust entering the central part of the Japan Trench: structural variation caused by petite-spot, bend fault and seamount

*小平 秀一[1,2]、大平 茜[1,2]、藤江 剛[1]、野 徹雄[1]、中村 恭之[1]、海宝 由佳[1]、三浦 誠一[1]
*Shuichi Kodaira[1,2], Akane Ohira[1,2], Gou Fujie[1], Tetsuo No[1], Yasuyuki Nakamura[1], Yuka Kaiho[1], Seiichi Miura[1]

1. 海洋研究開発機構　地震津波海域観測研究開発センター、2. 横浜国立大学　横浜国立大学大学院環境情報研究院・学府
1. R&D Center for Earthquake and Tsunami Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

The structure of an incoming oceanic plate influences various seismic behavior in subduction zones. In the outer-rise region of the Japan Trench, young intraplate volcanism, called “petit-spot” volcanism, has been reported (e.g., Hirano et al., 2006). However, to date, only a few geophysical studies have focused on petit-spot volcanism and its modifying effects on the structure of the oceanic crust. In 2017, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) conducted an active-source seismic survey in the trench-outer-rise region of the Japan Trench during cruise KM17-05 of R/V *Kaimei* (Ohira et al., 2018). For refraction studies, a large tuned airgun array with a total volume of 10,600 cubic inches was towed at 10 m depth and fired every 100 m. The seismic data were recorded on 40 OBSs deployed along a 100-km-long line (line A4) with a spacing of 2 km. The multi-channel seismic (MCS) reflection data were collected by R/V *Kairei* using a 6,000-m-long, 444-channel streamer cable during cruise KR11-05 and KR15-07. On the MCS reflection section, we imaged opaque reflections at the top of the oceanic crust and a weak or absent Moho reflection under petit-spot volcanoes. The P-wave velocity model obtained from first-arrival traveltime tomography showed the large velocity reduction at the top of the oceanic crust near petit-spot volcanoes. This velocity reduction can be interpreted as fractures, hydration, and high porosity associated with petit-spot volcanic activity, as well as by the development of bend faulting (e.g., Fujie et al., 2018) and ancient fractures (Fujie et al., 2016). Our results suggest that petit-spot volcanism is one of the contributing factors leading to structural variation and modification of the incoming oceanic plate prior to its subduction. In 2018, additional new seismic reflection data from 25 –50 km interval of profiles were acquired during cruise KM18-06 of R/V Kaimei to cover the outer-rise region from 38°N to 36°N at the south of the petit-spot region. The new data provide along-strike structural variations attributed to petite-spot, bend fault and seamount.

キーワード：日本海溝、アウターライズ、地震探査
Keywords: Japan Trench, Outer-rise, Seismic survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アウターライズ地震津波の津波高予測における計算パラメタの依存性
Dependence of calculation parameters on tsunami height from the outer-rise earthquakes

*馬場 俊孝[1]、近貞 直孝[2]、中村 恭之[3]、藤江 剛[3]、尾鼻 浩一郎[3]、三浦 誠一[3]、小平 秀一[3]
*Toshitaka Baba[1], Naotaka YAMAMOTO CHIKASADA[2], Yasuyuki Nakamura[3], Gou Fujie[3], Koichiro Obana[3], Seiichi Miura[3], Shuichi Kodaira[3]

1. 徳島大学大学院産業理工学研究部、2. 防災科学技術研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science and Technology, Tokushima University, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

巨大な海溝型地震が発生すると，海溝軸より海側でプレートのベンディングにともなうアウターライズ地震がしばしば発生する．2011年東北地方太平洋沖地震の対となるＭ８クラスのアウターライズ地震は未だ発生しておらず，その発生が予想される．津波の即時予測にはDB検索型システムが一般的だが，DB検索型システムで津波の予測精度を担保するためには，多種多様な地震シナリオを不足なくDBに取り込む必要がある．しかし，実はこれが難しく，DBに格納する断層の深さは何キロ間隔で設定すべきかなどの問いに対して，我々は明確な答えを持ち合わせていない．そこでまず本研究では，アウターライズ地震津波に対する断層パラメタ等の感度解析を行った．

地殻構造探査や海底観測の結果を参照して，日本海溝アウターライズ地震の９つの基本モデルを設定した．各基本モデルは長さ20km程度の複数の小断層で構成され，小断層の上端深さは全て海底下0.1km，傾斜は60°，すべり角は270°とした．地形や構造探査に基づいて走向を与えた．アウターライズ地震のスケーリング則（Álvarez-Gómez et al., 2012）を使って，全断層長（L）からMwをもとめた．断層幅（W）は地震発生層の下端に達するまでは L/W=1 で与えることとしたが，地震発生層の厚さ35kmでは９つの基本モデル全てで下端に達した．すべり量は断層面積とMwから求めた．半無限均質弾性体媒質を仮定して地殻変動を計算し（Okada, 1985），斜面の水平移動による津波励起の効果（Tanioka and Satake, 1996）と，水理フィルタ（Kajiura, 1963）を考慮した上で津波の初期水位分布とした．津波計算は非線形浅水波式を差分法で解くことによって行い，東北地方沿岸での最大津波高を出力した．

次にこの基本モデルの断層パラメタ，計算法をひとつずつ変えて津波を計算した．検討したケースは，基本モデルの傾斜60°に対して①45°と②75°のモデルを利用した場合,③1枚断層で近似したモデルを利用した場合，④斜面の水平移動の効果を無視した場合，⑤水理フィルタを無視した場合，⑥異なる断層スケーリング則を用いた場合，⑦津波計算に非線形分散波式を用いた場合の7ケースである．沿岸津波高について基本モデルとの残差を平均値で規格化した二乗平均平方根誤差(NRMSE)で評価した．

本検討において，沿岸最大津波高における基本モデルとの違いが大きかったのは⑥断層スケーリング則の違いであった（NRMSE˜0.50）．そして⑦分散のありなし（NRMSE=0.28），⑤水理フィルタのありなし（NRMSE=0.21），①②断層の傾斜を変えた場合（NEMSE˜0.15），③１枚断層で近似した場合（NRMSE=0.10）と続く．アウターライズ地震は比較的平坦な大洋下で発生する高角な断層なので④斜面の水平移動による効果は比較的小さかった（NRMSE=0.025）．

本研究は科研費JP15H05718の助成を受けています。記して感謝いたします。

キーワード：アウターライズ地震、津波、数値計算
Keywords: Outer rise earthquake, Tsunami, Numerical simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

昭和三陸沖地震（Mw 8.4）破壊域の海底地形データ解析とマルチチャンネル反射法地震探査

Bathymetry data analysis and multi-channel seismic reflection survey in the 1933 Sanriku earthquake (Mw 8.4) rupture region

*羽入 朋子[1]、朴 進午[1]、木戸 ゆかり[2]
*Tomoko Hanyu[1], Jin-Oh Park[1], Yukari Kido[2]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

日本海溝北側では、1896年の明治三陸沖地震(Mw 8.0)の37年後に、海洋プレート内部での正断層型の地震「アウターライズ地震」である昭和三陸沖地震(Mw 8.4)が発生し、甚大な津波被害をもたらした。2011年の東北地方太平洋沖地震(Mw 9.0)の後にも大規模なアウターライズ地震が発生すると予想される。しかし、アウターライズ地震を引き起こす断層に関する知見は未だ不足している。Kanamori (1971)の断層モデルでは、深さ約70 kmまで達する西傾斜45˚鉛直変位量3.3 mの正断層が、昭和三陸沖地震の震源断層であると推定した。しかし、海底面からモホ面を貫き上部マントルまで発達する大規模な正断層は現在も特定されていない。アウターライズ地震断層の発達様式を理解するためには、昭和三陸沖地震の発生した岩手沖海側と、東北地方太平洋沖地震の破壊領域である宮城沖の海側に存在する多数の正断層の中から、アウターライズ地震を引き起こす断層を特定する必要がある。アウターライズ地震断層を特定するため、2019年4月の新青丸航海でマルチチャンネル反射法地震探査を行う。これに先立ち、JAMSTECから提供された90 mメッシュのマルチナロービーム観測による詳細な海底地形グリッド(after Kido et al., 2011)を使用し、海底表層の構造解析を行った。本研究では解析に２次微分を用いることで、傾斜角の大きなホルスト・グラーベン構造をピックアップした。

本研究の海底地形解析による正断層構造や構造的弱線の位置と走向は、Nakanishi (2011)の結果と整合的である。ridge propagationの痕跡と考えられている37.5˚N–40˚Nの領域では、N20˚Wの走向を持つ断層構造やN50˚E–N70˚Eの走向を持つabyssal hillによって、大部分のホルスト・グラーベン構造(N20˚E–N30˚E)は連続性を失っている。OBS観測の結果から、ridge propagationに関係した断裂帯と考えられている場所に、モホ面まで達する構造境界が存在する事が示された(Fujie et al., 2016)。しかし、地殻上面とモホ面の乱れは、構造境界を含めて60 kmにも及んでいる。ここで、N20˚Wの走向を持つ断層構造は、Nakanishi (2011)では海底拡大に起因した弱線構造の再活動だと指摘しているが、Kobayashi et al. (1998)では、海溝軸の走向が日本海溝南部から北部にかけて変化しているため、プレート屈曲に対する強度の方位変化によってN20˚Wの走向を持つ断層構造が現れたのではないかと議論している点に留意したい。日本海溝海側37.5˚N～40˚Nの海溝から100kmの範囲で、断層の傾斜角の最大値が50˚を超える場所はあるが、連続性に欠ける。傾斜角30˚程度の連続的なホルスト・グラーベン構造が39.5˚N周辺に数本確認された。それらの断層の鉛直変位は平均で200 m程度である。南北に伸びるホルスト・グラーベン構造で最も連続的なものは全長250 km以上に及び、その北側は昭和三陸沖地震の破壊開始点に到達する。しかし、この断層が本当に連続的なものなのか、それとも、いくつかの断層が連なって連続的に見えているだけに過ぎないのかは、明らかではない。堆積層や解像度の問題から、マルチビーム海底地形データのみでは海洋地殻上面の正確な角度と深度を得られない。しかし、大規模な断層構造をピックアップすることは可能であり、データベースから観測データを取得する際や観測計画を立てる上では有用な指標となるだろう。本発表では、海底地形データの解析結果と、2019年4月の新青丸航海で得られるマルチチャンネル反射法地震探査データの解析結果を紹介し、日本海溝の海側に発達するアウターライズ地震について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：日本海溝、アウターライズ、地震断層、海底地形、反射法地震探査
Keywords: Japan Trench, Outer-rise, Normal fault associated with the outer-rise earthquakes, Bathymetry data, Multi-channel seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋プレート上の堆積物の沈み込む前の堆積過程と変形過程：北西太平洋とスマトラ沖の例

Sedimentation process and deformation process before sinking of sediment on oceanic plate: examples in northwest Pacific Ocean and Sumatra

*川村 喜一郎[1]
*Kiichiro Kawamura[1]

1. 山口大学
1. Yamaguchi University

沈み込む海洋プレートは，被覆する堆積物を大陸側に押し付ける．それが付加体となることもあるし，それらが崩壊して海底地すべりとなることもある．また，沈み込む過程において断層帯となることもある．このように，沈み込む海洋プレート上の堆積物は，沈み込み帯における大陸側での変形プロセスに重要な役割を果たす．以上のような観点に立つと，沈み込むプレート上の堆積物の沈み込む前と後との堆積学的，鉱物学的，力学的特徴などを比較することが現在求められている研究課題である．本発表では，北西太平洋とスマトラ沖での沈み込む前の堆積物の特徴を詳細に報告する．

堆積学的特徴として，北西太平洋では，底層流の影響が大きく，以下に示すように堆積物や海底地形に現れている．この海域では，南側で，伊豆小笠原海溝，北部では日本海溝や千島海溝があり，それらに太平洋プレートが沈み込んでいる．この海域では，海溝軸に沿った強い南北性の流れが観測されており（Lee et al., 2003など），陸側では北から南，海側では南から北への流れがある（Owens and Warren, 2001）．また，太平洋の深海底では，概ね西から東への流れが報告されている（Fujio and Yanagimoto, 2005）．

長さ4m未満のピストンコアラーで，18本の堆積物試料が採取されており，主として，珪藻質半遠洋性粘土と火山灰層とからなる．火山灰層は，ガラス屈折率測定に基づいて年代決定を試みている．粘土層には，さまざまな堆積構造が見られ，特に，海溝軸では，浸食面が見られ，海溝軸に沿った底層流による影響が示唆される．このような底層流による影響は，帯磁率異方性データにも現れている．また，海丘周辺の海底地形の非対称の窪地（深さ数十m，幅数ｋｍ程度）からも底層流による地形改変が示唆される．このように，堆積物と海底地形とから，数千年という地質学的な時間スケールでの太平洋の卓越流向が示唆されており．帯磁率異方性や海丘周辺の窪地は，それを明らかにするための重要な証拠を提示するだろう．

力学的特徴として，沈み込む前の堆積物では，圧密・続成作用が重要なプロセスの内の一つである．堆積物は圧密されるときに，応力に応答して，脱水が進行し，それに伴い微細組織が徐々に変化することが知られる．それらは，浅部でカードハウス構造，中部でブックハウス構造，深部で頁岩様構造になるとされる．それらは粒子回転やスライドによってクリープによって進行するとされており，一般的に異常間隙水圧の解消によって生じる一次圧密の後に生じる二次圧密であるとされている．圧密によって堆積物は，徐々に硬くなるが，その力学特性の変化速度は，堆積速度，地温勾配，間隙水の化学組成，粒子組成など，さまざまな要因によって変化する．例えば，頁岩様構造は，伊豆小笠原海溝のインプット物質では間隙比約1.0で，スマトラ沖では約0.5で生じる．また，伊豆小笠原海溝やスマトラ沖のインプット物質では，正断層系のさまざまな変形構造が沈み込む前の変形構造として観察される．

このように，インプット物質や周辺の海底地形などの堆積学的特徴を明らかにすることによって，堆積速度の差異や堆積物の層厚の分布域などについて，解釈を与えることができる．また，力学的特徴は，沈み込む

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

前，すなわち付加体の発達している海域では，付加前変形プロセスを表している．以上のような沈み込む前の堆積物の詳細な特徴は，沈み込んだ後の堆積物を比較検討する上で重要な情報となるだろう．

キーワード：インプット堆積物、北西太平洋、スマトラ
Keywords: Input sediments, Northwest Pacific, Sumatra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アセノスフェア組成の探究：新青丸KS-18-9航海による「直プチ」調査
Exploring more asthenospheric melt: the preliminary report of KS-18-9 cruise, R/V Shinseimaru

*平野 直人[1]、油谷 拓[2,1]、桂木 悠希[1]、Oalmann Jeffrey[3]、Rodriguez Fidel[3]、Onboard Scientific Party KS-18-9
*Naoto Hirano[1], Taku Yutani[2,1], Yuki Katsuragi[1], Jeffrey Anthony Oalmann[3], Fidel Costa Rodriguez[3], KS-18-9 Onboard Scientific Party

1. 東北大学、2. バイロイト大学、3. ナンヤン工科大学
1. Tohoku University, 2. University of Bayreuth, 3. Nanyang Technological University

The petit-spot magmas originate from the asthenosphere, ascending along the flexed zone of the outer-rise prior to plate subduction (Hirano *et al.*, 2006, *Science* 313, 1426; Valentine & Hirano, 2010, *Geology* 38, 55; Yamamoto *et al.*, 2014, *Geology* 42, 967; Machida *et al.*, 2015, *EPSL* 426, 267). This forms a unique opportunity to examine the asthenosphere below the ocean in a region outside of the well-examined but spatially restricted areas of MORs and hotspots. Recent researches, however, indicates that most of petit-spot erupted on concavely flexed plate are highly reacted with the depleted lithosphere during the magma ascending to surface. Geochemical composition of entrained xenolith from depleted mantle is disturbed by wall-rock interaction (Pilet *et al.*, 2016, *Nature Geosci.* 9, 898). From the observation that silica-poor alkaline melt is shifted to silica-rich subalkaline melts as a result of metasomatic interaction with lithospheric peridotite, the wall-rock interaction with silica-poor and strongly alkaline melts produces melts such as the majority of those at petit-spot lavas in NW Pacific (Pilet *et al.*, 2008, *Science* 320, 916). Experimental studies conducted by Machida *et al.* (2017, *Nature Comm.* 8, 14302), moreover, reported that the NW Pacific petit-spot melts were last equilibrated with peridotite at 1.5–2 GPa corresponding to the mid-depth or lower part of NW Pacific lithosphere as well. The melt fractionation must occur at depths greater than the mid-lithosphere because the geobarometer of peridotitic xenoliths shows the deepest 43 km (Yamamoto *et al.*, 2014) in spite of the lack of olivine phenocrysts. The most of petit-spot magma fractionated in mid- or lower lithosphere with some metasomatic reactions with depleted mantle at lower lithosphere during the magma-ascending to surface.

We newly discovered the directly ascending petit-spot melt from asthenosphere (Sato *et al.*, 2018, *Int'l. Geol. Rev.* 60, 1231). The lavas, silica-poor and strongly alkaline with phenocrystic olivines, are completely discriminated from the majority of previously reported petit-spot. They selectively erupt atop the outer-rise wherein the lithosphere behaves entirely in an extensional regime during the ascent of melt from asthenosphere. We conducted several dredge samplings in order to access the asthenosphere more directly, by the research cruise KS-18-9, R/V *Shinseimaru*, in August 2018, supported by AORI, Tokyo University, and the JSPS Japanese-German Graduate Externship. Special thanks to shipboard scientific party (S. Machida, N. Akizawa, T. Ishii, A. Matsumoto, M. Kaneko, Y. Sato, Y. Nakano, T. Yutani, K. Azami, S. Sakai, Y. Katsuragi), captain A. Tsuji, and crews on KS18-09, R/V Shinsei.

The petit-spot rocks are dredged at a lava field displayed by multibeam survey without any topographic highs, which are small blocks surrounding very fresh glass with less palagonitic alteration and manganese coating, implying the lavas are quite young. The quenched glass rinds were analysed for major and trace elements by an electoron microprobe at University of Bayreuth, Germany (co-work with T. Yutani), and an inductively coupled plasma–mass spectrometer (LA-ICP-MS) at Nanyang Technological University,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Singapore (co-work with F. Rodriguez, J. Oalmann, Y. Katsuragi), respectively. As we gained “directly ascending petit-spots” from several volcanoes on this cruise, it is possible to recognize their source and melting process from their geochemical variations. The strongly alkaline lavas, directly ascending petit-spot, show clear trend in Zr/Hf, Sm/Hf ratios and HREEs, implying the carbonatite addition with the depth in source mantle. We present here the several processes of lithospheric flexure, metasomatized lithosphere, magma-fractionation, and finally, upwelling directly from asthenosphere occur prior to trench-oceanward slope, which would be significant components into the incoming oceanic plate.

キーワード：プチスポット、アセノスフェア、太平洋プレート、アルカリ玄武岩、アウターライズ
Keywords: petit-spot, asthenosphere, Pacific plate, alkali-basalt, outer rise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沈み込み帯で起こる海洋プレートによるアルゴンのインプット
Inputs of Argon on oceanic plate at subduction zones

*小野 重明[1]
*Shigeaki Ono[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

It is known that noble gases are key tracers to understand the evolution of the mantle because of their inertness nature and isotope variations. However, a mechanism of recycle of noble gases in the deep mantle is still open question. Argon is one of noble gases and has three isotopes, ^{36}Ar, ^{38}Ar, and ^{40}Ar. Holland and Ballentine [2006] proposed that Ar from the mantle is identical to seawater component. This indicates that the seawater recycling dominates a behavior of Ar in the mantle. In contrast, the systematic analysis for noble gases indicates that ocean island basalt has a primordial signature which is different from atmosphere component [Mukhopadhyay 2012]. The recycling of Ar between the Earth’s surface and the deep mantle has been discussed using the isotope data of noble gases. However, it is difficult to understand a mechanism of recycling of Ar because of a lack of knowledge for physical and chemical properties of Ar at high pressure and high temperature.

In this study, we used density functional theory to investigate the melting temperature and thermal pressure of Ar. We also performed the high-pressure experiments to determine the room-temperature equation of state for Ar. The combination of the first-principles molecular dynamics calculations and the high-pressure experiments led us to determine reliable physical properties, such as the equation of state and the melting temperature, over a wide range of pressures and temperatures.

The equation of state of Ar has been investigated to 382 GPa and 3000 K using the diamond anvil cell experiments and the first-principles molecular dynamics method. A large volume dependence of the thermal pressure of Ar was revealed at pressures higher than 200 GPa. A significant temperature dependence of the calculated effective Grüneisen parameters was confirmed at high pressures. This indicates that the conventional approach to analyze thermal properties using the Mie-Grüneisen approximation is likely to have a significant uncertainty in determining the equation of state for Ar, and that an intrinsic anharmonicity should be considered to analyze the equation of state. A melting temperature of Ar was estimated from calculation data, and a significant pressure dependence was confirmed. If the pressure-temperature path of the subducted slab is lower than critical condition, ~750 K and ~7.5 GPa, solid Ar can be carried down into the deep mantle. Melting of solid Ar in the upwelling mantle plume occurs at the bottom of the transition zone.

キーワード：アルゴン、海洋プレート、マントル、状態方程式
Keywords: Argon, Oceanic plate, Mantle, Equation of state

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)

海溝の海側では、沈み込む海洋プレートの変形に伴ってさまざまな過程（海洋地殻の破砕、水の浸入、火成活動等）が起きている。沈み込み帯に対する境界条件（インプット）を知るためには、これらの過程がどのように進行し、その結果海洋プレートがどう変化するかを明らかにすることが重要である。一方、インプットの違いが沈み込み帯における諸現象や物質循環に及ぼす影響も、検討すべき課題である。本セッションでは、沈み込み帯へのインプットに関する以下のような話題について、地球物理、地質、岩石学等、幅広い分野からの研究発表・議論を行う。
・海溝海側でのプレート変形に伴って生じる過程
・その過程により海洋プレートが受ける変化
・その過程と海洋プレートの元々の構造の関係
・海洋プレートの変化が沈み込みプレート境界に及ぼす影響
日本海溝や南海トラフだけでなく、他の海溝についての研究、異なる海溝間の比較研究の発表も歓迎する。

[SCG60-P01] 2006年及び2007年千島列島沖地震による津波のシミュレーション

発表キャンセル

*赤井 啓嗣[1] (1.徳島大学大学院先端技術科学教育部)

[SCG60-P02] 反射法地震探査データを用いた南海トラフ沈み込み前海洋地殻の地震波アトリビュート変化

*山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、仲西 理子[1]、朴 進午[2]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門)

[SCG60-P03] 南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

*小舘 玲乃[1]、中西 正男[2] (1.千葉大学大学院　融合理工学府　地球環境科学専攻　地球科学コース、2.千葉大学大学院　理学研究院)

[SCG60-P04] 2次元重合前深度マイグレーションによる宮城沖日本海溝沈み込み帯の地質構造

*郭 晨[1]、朴 進午[1] (1.東京大学)

[SCG60-P05] 日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの低比抵抗部について

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1]、笠谷 貴史[2]、市原 寛[3]、山野 誠[4] (1.京都大学大学院工学研究科、2.海洋研究開発機構、3.名古屋大学大学院環境学研究科、4.東京大学地震研究所)

[SCG60-P06] Geochemical variations of the asthenosphere inferred from the geochemistry of petit-spot lavas in the NW Pacific plate

*桂木 悠希[1]、平野 直人[1]、清水 健二[2]、Costa Fidel[3]、Oalmann Jaffrey[3]、油谷 拓[1] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構　高知コア研究所、3.南洋理工大学)

2006年及び2007年千島列島沖地震による津波のシミュレーション
Tsunami Simulations of the 2006 and 2007 Kuril Earthquakes

*赤井 啓嗣[1]
*Keiji Akai[1]

1. 徳島大学大学院先端技術科学教育部
1. Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University

2006年11月15日千島列島沖でMw8.3の地震が発生し，それに伴う津波が日本沿岸部および，ハワイ，北中南米で観測された．そのおよそ2か月後の2007年1月13日には，海溝軸より海側でアウターライズ地震が発生し，2006年の地震時と同様，日本沿岸部および北中南米で津波が観測された．2006年地震の際，日本では津波警報が解除された後に最大波が観測され，津波予測における課題となった．その後，2010年チリマウレ地震や2011年東北地方太平洋沖地震で記録された高品質なDART観測記録により，遠地津波における地殻の弾性や海水の圧縮性の効果が確認された。これらの研究成果により遠地津波のシミュレーション技術は向上し，2010年チリマウレ地震や2011年東北地方太平洋沖地震の津波は高精度に再現された。本研究ではこの最新の遠地津波シミュレーション技術を利用して，2006年および2007年千島列島沖地震の津波を再解析する。本研究の目的は，2006年及び2007年千島列島沖地震の津波が先行研究である2010年チリマウレ地震や2011年東北地方太平洋沖地震の津波と同程度に再現可能でることを確認することである。特にこれまで行われていないアウターライズ地震である2007年千島列島沖地震に注目する。

地殻の弾性，海水の密度成層と分散性の効果を入れた非線形長波式を差分法で解くことにより得られた2006年及び2007年千島列島沖地震の津波波形とDART観測点で観測された津波波形を比較してその再現性を検討した．入力に用いる断層モデルは建築研究所のHPで公開されているモデル及びFujii and Satake(2008)で示されているものを用いた．地形データは5分間隔にリサンプリングしたGEBCOを利用した。地震発生から24時間の津波を計算した。計算ステップ間隔は5秒とした。

計算の結果，2006年千島列島沖地震津波においては、到達時刻及び振幅ともに先行研究と同程度の再現性が得られた．しかし，2007年千島列島沖地震津波のシミュレーションにおいては観測波形の再現性はやや低かった．後続波にいくほどずれが大きくなることから海岸での反射や海底地形に屈折が影響していると推察される。今後，計算法や地形分解能を変えて影響を確認するとともに，必要があれば波源モデルについての検討も行う予定である．

キーワード：アウターライズ地震、千島列島沖地震、津波シミュレーション
Keywords: Outer-rise earthquake, Kuril earthquakes, Tsunami simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射法地震探査データを用いた南海トラフ沈み込み前海洋地殻の地震波アトリビュート変化

The variation of seismic attributes about incoming oceanic crust in Nankai Trough using multi-channel seismic reflection data

*山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、仲西 理子[1]、朴 進午[2]、小平 秀一[1]
*Mikiya Yamashita[1], Seiichi Miura[1], Ayako Nakanishi[1], Jin-Oh Park[2], Shuichi Kodaira[1]

1. 海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、2. 東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Department of Ocean Floor Geoscience, Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The physical properties of seismic reflection profiles include many geological information with tectonic setting. Nankai Trough is one of the best places to reveal the characteristics about plate boundary of subducting oceanic plate for understanding the large disaster earthquake because there are many exploration data. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology carried out high-resolution multi-channel seismic reflection (MCS) survey in Shikoku Basin along the Nankai Trough by using R/V Kaiyo with high-resolution portable system in 2012 and 2014. To reveal the characteristics of the subducting oceanic plate is important to evaluate the property of plate boundary for understanding the large disaster earthquake. We evaluate not only structure of MCS profiles, but also the variations of reflection strength about the top of oceanic crust of incoming plate.

MCS profiles of lines KY12-4 and SB01 were obtained along the Nankai Trough. These data were valuable for case study by comparison about physical properties from seismic attribute of top of oceanic crust. In order to extract the physical properties from the reflector of top of oceanic crust, we apply seismic attributes analysis for these data. Seismic attributes are measured from seismic data that can be analyzed in order to enhance information that might be well understanding in a traditional seismic image (Tarner et al. 1979). The seismic envelope attributes often use the reflection strength of the reflector (e.g. Tsuji et al. 2007). The envelope of seismic attributes means the envelope of seismic signal. These attributes are good for looking at packages of amplitudes. We select the second derivative of single envelope as reflection strength of top of oceanic crust. Although calculated seismic attributes of reflection strength indicate the high intensities in the central part of Shikoku Basin, the west and east part of Shikoku Basin where is initial stage of spreading of Shikoku Basin have the small intensities. This suggests that the reflection strength of top of oceanic crust is affected by the created condition of oceanic crust. We also discuss about the relationship between the reflection strength of top of oceanic crust and the thickness of sediments of Shikoku Basin.
This study is part of 'Research project for compound disaster mitigation on the great earthquakes and tsunamis around the Nankai trough region' funded by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

Bending-Related Topographic Structures of the Subducting Plate in the Southeastern Pacific Ocean

*小舘 玲乃[1]、中西 正男[2]
*Reno Kotate[1], Masao Nakanishi[2]

1. 千葉大学大学院　融合理工学府　地球環境科学専攻　地球科学コース、2. 千葉大学大学院　理学研究院
1. Chiba University Graduate School Science and Engineering Dvision of Earth and Environmental Scienes Department of Earth Sciences, 2. Chiba University Graduate School Faculty of Science

プレート沈み込み境界付近では、海側のプレートは沈み込む前に屈曲する。この屈曲によって、海溝軸付近の海溝海側斜面には正断層起源の崖や高まりなどの直線的に伸びている地形（以下、断層地形）が発達する。断層地形から海側のプレート内部に侵入した水分は、プレート境界付近の地震活動や火山活動に影響を与えることがあると考えられている（例えば、Moore and Saffer, 2001; Rüpke et al., 2002）。そのため、水分のプレート内部への進入経路として断層地形を研究することは沈み込み帯研究における重要課題の一つである。断層地形の走向は一般に海溝軸と平行であると考えられているが、海溝軸の走向とは異なる断層地形も存在する (例えば、Kobayashi et al., 1995, 1998）。この場合の断層地形は海洋底が拡大する際に生じるアビサルヒルを形成した正断層や断裂帯などの海洋底拡大に起因する構造的弱線が再活動したものであると考えられている。

中西（2017）は、太平洋の断層地形について以下の特徴を示した。

１．千島海溝西部から伊豆・小笠原海溝北部における断層地形の存在範囲は、海溝軸から80 km程度であり、太平洋東縁の海溝に比べて存在範囲が広い。

２．海洋底拡大に起因する構造的弱線が再活動するのは、それと海溝軸のなす角度が30度以内の場合である。30度より大きい場合は、海溝軸に平行な断層地形が新たに形成される。

３．海溝軸が大きく歪曲しているところや、海山や海台などをつくる火成活動の影響を受けた海洋プレートが沈み込んでいる海溝付近では上記の規則が成り立たない場合がある。

中西（2017）では、太平洋東縁に位置する中米海溝、ペルー海溝、ペルー・チリ海溝に関する研究は、先行研究の結果を引用しただけであり、上記の規則が太平洋東縁のすべての海溝に関して広範囲に成り立つかどうかわからない。本研究では、太平洋東縁の海溝に関して新たに海底地形データを編集して、断層地形を記載した。その結果をもとに、断層地形の存在範囲と走向について検討した。

断層地形の存在範囲は、ペルー海溝では海溝軸から60 kmまで、ペルー・チリ海溝北部では海溝軸から60 kmまでであることが判明した。これらの断層地形の存在範囲は太平洋プレート北西縁の海溝より狭い。中米海溝での断層地形の存在範囲は海溝軸から150㎞付近までと他の海溝に比べて広範囲であることが判明した。ペルー・チリ海溝南部については、海溝軸から150㎞以上の離れた地点まで磁気異常縞模様と平行な地形が存在するが、アビサルヒルを作った断層が海溝付近で再活動したかどうかは判断できなかった。
中米海溝とペルー海溝南部では、海溝軸と斜交する断層地形が存在する。その走向は磁気異常縞模様を平行である。海溝軸と断層地形のなす角度は30度以内である。ペルー海溝北部とペルー・チリ海溝北部では、海溝軸と平行な走向を持つ断層地形が存在する。これらの海溝の海溝軸と磁気異常縞模様がなす角度は30度より大

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

きい。本研究結果は、中西（2017）で示された断層地形の特徴は太平洋東縁の海溝においても広く成り立つことを示している。

キーワード：プレート屈曲、屈曲による断層地形、アビサルヒル、沈み込み帯
Keywords: plate bending, Bending-related fault topography, abyssal hill, subduction zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2次元重合前深度マイグレーションによる宮城沖日本海溝沈み込み帯の地質構造

Detailed tectonic structure of the Japan Trench subduction zone off Miyagi by 2D pre-stack depth migration imaging

*郭 晨[1]、朴 進午[1]
*GUO CHEN[1], Jin-Oh Park[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

The 2011 Tohoku earthquake (Mw 9.0) has been extensively examined by many geophysical data from state-of-the-art observational networks deployed both globally and locally. There were lots of studies to investigate the tectonic structure of the 2011 coseismic rupture zone. However, there were a few detailed seismic reflection images about both shallow and deep structure, because of the complicated geologic structure. In order to figure out detailed geologic structure and P-wave velocity modelof the Japan Trenchsubduction zone off Miyagi, northeast Japan, we tried to do 2D pre-stack depth migration (PSDM) imaging using multi-channel seismic (MCS) reflection data acrossthe2011 Tohoku coseismic rupture zone. Pre-processing to get CDP gathers with high S/N ratio includes trace editing, pre-filtering, spherical divergence correction, debubbling, deghosting, and surface-related multiple attenuation (SRMA).After air gun shots, a main pulse and following bubble oscillations were recorded, even though the air gun was tuned. In order to suppress the periodic bubble oscillations, we designed debubble filter. We used shot gather data with gain, trace header modification, sort and static application to extract the bubble signature from the raw MCS data, eventually producing a filter with ~30 Hz bubble waveform.In marine MCS data acquisition, source (air gun) and receiver (streamer cable) ghosts are recorded as notches in power spectrum. These secondary wavefield usually corrupts the raw data, depending on offset, time and geologic dip. We designed deghost filter to reduce the source and receiver ghosts. Like no other time before, we used both horizon-based tomography and grid-based tomography during the PSDM processing. Horizon-based tomography and grid-based tomography are global approaches which involve a solution of simultaneous set of equations for calculating the updating parameters of the velocity-depth model. In the horizon-based tomography, we built a depth-velocity model along which the residuals were picked, and updated both the depth surfaces and velocity of each layer. The updates are calculated at equally spaced spline nodes and then interpolated. After the horizon-based tomography, we inputted this velocity section into 2D auto-picker and calculated the QC semblance for defining a complete depth surface and updated for velocity at equally spaced points on a 2D grid. We recognize a bright reflector as the topmost oceanic crust (i.e., plate interface) of the Pacific plate subducting beneath the overlying Okhotsk plate, which can be traceable to more than 100 km landward from the Japan Trench axis. The seaward Pacific plate is characterized by horst and graben structure with normal faults. A strong reflector of Moho discontinuity, which is observed beneath the oceanic crust before subduction, is also observed even after subduction of the Pacific plate, up to more than 100 km landward from the Japan Trench axis. In the upper plate, we identify the Neogene sedimentary layer overlying the Cretaceous erosional unconformity, andseverallargereversefaultsdevelopingwithin theCretaceous basement. The backstop interface showshigh amplitude and negative polarityreflection that may be indicative offluid-rich fault. We observe a reflection of Arc Moho at depth of about 20 km. We can also observe megalens structure along plate interface at about 15-20 km depth, which is similar in Costa Rica subduction zone.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの低比抵抗部について

Conductive zone of incoming Pacific Plate in the outer rise region off Japan trench

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1]、笠谷 貴史[2]、市原 寛[3]、山野 誠[4]
*Shinya Sato[1], Tada-nori Goto[1], Takafumi Kasaya[2], Hiroshi Ichihara[3], Makoto Yamano[4]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 海洋研究開発機構、3. 名古屋大学大学院環境学研究科、4. 東京大学地震研究所
1. Kyoto Univesity, Graduate School of Engineering, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Nagoya University, Graduate School of Environmental Studies, 4. University of Tokyo, Earthquake Research Institute

Various geophysical surveys have been operated in order to expose the subsurface structure of incoming Pacific plate in the outer rise region off Japan trench. One of the targets is existence of water in the plate, and two geophysical surveys (seismic surveys and heat flow measurements), which were conducted independently, in the outer rise region reported recently the possibility of water existence in the plate. The seismic surveys (e.g., Fujie et al., 2016; Fujie et al., 2018) visualized the subsurface structure indicating low velocity in the oceanic crust and below the boundary between crust and lithosphere (i.e., Moho) although there are high pressures. Also, the heat flow measurements (e.g., Yamano and Kawada, 2017) reported high heat-flow anomalies in the region, and suggested the possibilities that the anomalies were triggered by the water through the permeable layer in the plate. However, the existence of water in the deep portion below the oceanic crust has not been well known, and the source of water is now being discussed. A marine magnetotelluric (MT) survey was conducted in the outer rise region with distant of 100 –200 km from the Japan trench. This survey’ s target is to verify the existence of water in the oceanic mantle visualizing the subsurface resistivity structure. We recorded electromagnetic data (MT data) for the analysis of subsurface resistivity structure at four locations with water depth of about 5500 m. Unfortunately, one of four data failed to record the MT data appropriately, and the other data included large noises, whose source were possibly the instruments themselves. We applied the noise-reduction method based on Frequency Domain Independent Component Analysis (Sato et al., 2017) for the estimation of MT responses at the three sites. The resistivity structure was visualized using a 2D inversion code by Uchida and Ogawa (1993) from the derived MT responses. The visualized structure showed two features: i) the boundary between resistive lithosphere and conductive asthenosphere and ii) the conductive zones below the oceanic crust. At the presentation, we will not only show them but discuss the source of conductive zones based on electromagnetic environment, whose model includes the effect of trench or coast.

キーワード：日本海溝海側アウターライズ領域、低比抵抗帯、海底MT探査
Keywords: Outer rise region off Japan trench, Conductive zone, Marine magnetotelluric survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical variations of the asthenosphere inferred from the geochemistry of petit-spot lavas in the NW Pacific plate

*桂木 悠希[1]、平野 直人[1]、清水 健二[2]、Costa Fidel[3]、Oalmann Jaffrey[3]、油谷 拓[1]
*Yuki Katsuragi[1], Naoto Hirano[1], Kenji Shimizu[2], Fidel Costa[3], Jaffrey Oalmann[3], Taku Yutani[1]

1. 東北大学、2. 海洋研究開発機構　高知コア研究所、3. 南洋理工大学
1. Tohoku University, 2. Kochi Core Center, Kochi University / JAMSTEC, 3. Nanyang Technological University

The low seismic velocity and high electrical conductivity of the asthenosphere may be due to the presence of volatile materials (e.g. CO_2 and H_2O) (e.g. Gairrard et al., 2008; Hirschmann, 2010). Recently, the so-called “petit-spot volcanism” which is characterized by submarine eruptions that occur in oceanic plates in response to lithospheric flexures, has been proposed to result from melts directly ascending from the asthenosphere (Hirano et al., 2006; Sato et al., 2018). The lava samples (foidite to trachybasalt) show high vesicularity despite the eruption occurring under high hydrostatic pressure at approximately 6000 meters below sea level (Sato et al., 2018). Here we discuss the volatile, bulk, and Sr-Nd isotopic compositions of quenched glass rinds of petit-spot lavas from the NW Pacific plate, supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

The glass has higher volatile contents (H_2O, CO_2, and halogens) than most MORBs and lacks chlorine alteration by seawater. Some samples are clearly oversaturated in CO_2 and H_2O at 60 MPa, which is the submarine hydrostatic pressure. The glass also shows negative anomalies of Zr, Hf and Ti, implying that there is a carbonatitic component in the mantle source. Moreover, Nd and Sr isotope ratios, and some geochemical trends with volatile elements indicate that the magma was derived from an EM1-like mantle component. Therefore, the compositions of the petit-spot lavas can possibly be explained by mixing of DMM and recycled EM1 material with carbonates. The degree of EM1 signature for each eruptive location gradually decreases toward the trench. We suggest that the variation of volatile compositions and Sr-Nd isotopic systematics of petit-spot magmas reflect their temporal and spatial transition in the asthenosphere along the NW Pacific plate track.

キーワード：プチスポット火山、アセノスフェア、揮発性元素
Keywords: petit-spot basalt, asthenosphere, volatile elements

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_30

[S-CG60] 沈み込み帯へのインプットを探る：海溝海側で生じる過程の影響

コンビーナ:山野 誠(東京大学地震研究所)、森下 知晃(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、藤江 剛(海洋研究開発機構)

海溝の海側では、沈み込む海洋プレートの変形に伴ってさまざまな過程（海洋地殻の破砕、水の浸入、火成活動等）が起きている。沈み込み帯に対する境界条件（インプット）を知るためには、これらの過程がどのように進行し、その結果海洋プレートがどう変化するかを明らかにすることが重要である。一方、インプットの違いが沈み込み帯における諸現象や物質循環に及ぼす影響も、検討すべき課題である。本セッションでは、沈み込み帯へのインプットに関する以下のような話題について、地球物理、地質、岩石学等、幅広い分野からの研究発表・議論を行う。
・海溝海側でのプレート変形に伴って生じる過程
・その過程により海洋プレートが受ける変化
・その過程と海洋プレートの元々の構造の関係
・海洋プレートの変化が沈み込みプレート境界に及ぼす影響
日本海溝や南海トラフだけでなく、他の海溝についての研究、異なる海溝間の比較研究の発表も歓迎する。

[SCG60-P01] 2006年及び2007年千島列島沖地震による津波のシミュレーション

*赤井 啓嗣[1] (1.徳島大学大学院先端技術科学教育部)

[SCG60-P02] 反射法地震探査データを用いた南海トラフ沈み込み前海洋地殻の地震波アトリビュート変化

*山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、仲西 理子[1]、朴 進午[2]、小平 秀一[1] (1.海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、2.東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門)

[SCG60-P03] 南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

*小舘 玲乃[1]、中西 正男[2] (1.千葉大学大学院　融合理工学府　地球環境科学専攻　地球科学コース、2.千葉大学大学院　理学研究院)

[SCG60-P04] 2次元重合前深度マイグレーションによる宮城沖日本海溝沈み込み帯の地質構造

*郭 晨[1]、朴 進午[1] (1.東京大学)

[SCG60-P05] 日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの低比抵抗部について

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1]、笠谷 貴史[2]、市原 寛[3]、山野 誠[4] (1.京都大学大学院工学研究科、2.海洋研究開発機構、3.名古屋大学大学院環境学研究科、4.東京大学地震研究所)

[SCG60-P06] Geochemical variations of the asthenosphere inferred from the geochemistry of petit-spot lavas in the NW Pacific plate

*桂木 悠希[1]、平野 直人[1]、清水 健二[2]、Costa Fidel[3]、Oalmann Jaffrey[3]、油谷 拓[1] (1.東北大学、2.海洋研究開発機構　高知コア研究所、3.南洋理工大学)

2006年及び2007年千島列島沖地震による津波のシミュレーション
Tsunami Simulations of the 2006 and 2007 Kuril Earthquakes

*赤井 啓嗣[1]
*Keiji Akai[1]

1. 徳島大学大学院先端技術科学教育部
1. Graduate School of Advanced Technology and Science, Tokushima University

2006年11月15日千島列島沖でMw8.3の地震が発生し，それに伴う津波が日本沿岸部および，ハワイ，北中南米で観測された．そのおよそ2か月後の2007年1月13日には，海溝軸より海側でアウターライズ地震が発生し，2006年の地震時と同様，日本沿岸部および北中南米で津波が観測された．2006年地震の際，日本では津波警報が解除された後に最大波が観測され，津波予測における課題となった．その後，2010年チリマウレ地震や2011年東北地方太平洋沖地震で記録された高品質なDART観測記録により，遠地津波における地殻の弾性や海水の圧縮性の効果が確認された。これらの研究成果により遠地津波のシミュレーション技術は向上し，2010年チリマウレ地震や2011年東北地方太平洋沖地震の津波は高精度に再現された。本研究ではこの最新の遠地津波シミュレーション技術を利用して，2006年および2007年千島列島沖地震の津波を再解析する。本研究の目的は，2006年及び2007年千島列島沖地震の津波が先行研究である2010年チリマウレ地震や2011年東北地方太平洋沖地震の津波と同程度に再現可能でることを確認することである。特にこれまで行われていないアウターライズ地震である2007年千島列島沖地震に注目する。

地殻の弾性，海水の密度成層と分散性の効果を入れた非線形長波式を差分法で解くことにより得られた2006年及び2007年千島列島沖地震の津波波形とDART観測点で観測された津波波形を比較してその再現性を検討した．入力に用いる断層モデルは建築研究所のHPで公開されているモデル及びFujii and Satake(2008)で示されているものを用いた．地形データは5分間隔にリサンプリングしたGEBCOを利用した。地震発生から24時間の津波を計算した。計算ステップ間隔は5秒とした。

計算の結果，2006年千島列島沖地震津波においては、到達時刻及び振幅ともに先行研究と同程度の再現性が得られた．しかし，2007年千島列島沖地震津波のシミュレーションにおいては観測波形の再現性はやや低かった．後続波にいくほどずれが大きくなることから海岸での反射や海底地形に屈折が影響していると推察される。今後，計算法や地形分解能を変えて影響を確認するとともに，必要があれば波源モデルについての検討も行う予定である．

キーワード：アウターライズ地震、千島列島沖地震、津波シミュレーション
Keywords: Outer-rise earthquake, Kuril earthquakes, Tsunami simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射法地震探査データを用いた南海トラフ沈み込み前海洋地殻の地震波アトリビュート変化

The variation of seismic attributes about incoming oceanic crust in Nankai Trough using multi-channel seismic reflection data

*山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、仲西 理子[1]、朴 進午[2]、小平 秀一[1]
*Mikiya Yamashita[1], Seiichi Miura[1], Ayako Nakanishi[1], Jin-Oh Park[2], Shuichi Kodaira[1]

1. 海洋研究開発機構 地震津波海域観測研究開発センター、2. 東京大学　大気海洋研究所　海洋底科学部門
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Department of Ocean Floor Geoscience, Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The physical properties of seismic reflection profiles include many geological information with tectonic setting. Nankai Trough is one of the best places to reveal the characteristics about plate boundary of subducting oceanic plate for understanding the large disaster earthquake because there are many exploration data. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology carried out high-resolution multi-channel seismic reflection (MCS) survey in Shikoku Basin along the Nankai Trough by using R/V Kaiyo with high-resolution portable system in 2012 and 2014. To reveal the characteristics of the subducting oceanic plate is important to evaluate the property of plate boundary for understanding the large disaster earthquake. We evaluate not only structure of MCS profiles, but also the variations of reflection strength about the top of oceanic crust of incoming plate.

MCS profiles of lines KY12-4 and SB01 were obtained along the Nankai Trough. These data were valuable for case study by comparison about physical properties from seismic attribute of top of oceanic crust. In order to extract the physical properties from the reflector of top of oceanic crust, we apply seismic attributes analysis for these data. Seismic attributes are measured from seismic data that can be analyzed in order to enhance information that might be well understanding in a traditional seismic image (Tarner et al. 1979). The seismic envelope attributes often use the reflection strength of the reflector (e.g. Tsuji et al. 2007). The envelope of seismic attributes means the envelope of seismic signal. These attributes are good for looking at packages of amplitudes. We select the second derivative of single envelope as reflection strength of top of oceanic crust. Although calculated seismic attributes of reflection strength indicate the high intensities in the central part of Shikoku Basin, the west and east part of Shikoku Basin where is initial stage of spreading of Shikoku Basin have the small intensities. This suggests that the reflection strength of top of oceanic crust is affected by the created condition of oceanic crust. We also discuss about the relationship between the reflection strength of top of oceanic crust and the thickness of sediments of Shikoku Basin.
This study is part of 'Research project for compound disaster mitigation on the great earthquakes and tsunamis around the Nankai trough region' funded by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南東太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形

Bending-Related Topographic Structures of the Subducting Plate in the Southeastern Pacific Ocean

*小舘 玲乃[1]、中西 正男[2]
*Reno Kotate[1], Masao Nakanishi[2]

1. 千葉大学大学院　融合理工学府　地球環境科学専攻　地球科学コース、2. 千葉大学大学院　理学研究院
1. Chiba University Graduate School Science and Engineering Dvision of Earth and Environmental Scienes Department of Earth Sciences, 2. Chiba University Graduate School Faculty of Science

プレート沈み込み境界付近では、海側のプレートは沈み込む前に屈曲する。この屈曲によって、海溝軸付近の海溝海側斜面には正断層起源の崖や高まりなどの直線的に伸びている地形（以下、断層地形）が発達する。断層地形から海側のプレート内部に侵入した水分は、プレート境界付近の地震活動や火山活動に影響を与えることがあると考えられている（例えば、Moore and Saffer, 2001; Rüpke et al., 2002）。そのため、水分のプレート内部への進入経路として断層地形を研究することは沈み込み帯研究における重要課題の一つである。断層地形の走向は一般に海溝軸と平行であると考えられているが、海溝軸の走向とは異なる断層地形も存在する (例えば、Kobayashi et al., 1995, 1998）。この場合の断層地形は海洋底が拡大する際に生じるアビサルヒルを形成した正断層や断裂帯などの海洋底拡大に起因する構造的弱線が再活動したものであると考えられている。

中西（2017）は、太平洋の断層地形について以下の特徴を示した。

１．千島海溝西部から伊豆・小笠原海溝北部における断層地形の存在範囲は、海溝軸から80 km程度であり、太平洋東縁の海溝に比べて存在範囲が広い。

２．海洋底拡大に起因する構造的弱線が再活動するのは、それと海溝軸のなす角度が30度以内の場合である。30度より大きい場合は、海溝軸に平行な断層地形が新たに形成される。

３．海溝軸が大きく歪曲しているところや、海山や海台などをつくる火成活動の影響を受けた海洋プレートが沈み込んでいる海溝付近では上記の規則が成り立たない場合がある。

中西（2017）では、太平洋東縁に位置する中米海溝、ペルー海溝、ペルー・チリ海溝に関する研究は、先行研究の結果を引用しただけであり、上記の規則が太平洋東縁のすべての海溝に関して広範囲に成り立つかどうかわからない。本研究では、太平洋東縁の海溝に関して新たに海底地形データを編集して、断層地形を記載した。その結果をもとに、断層地形の存在範囲と走向について検討した。

断層地形の存在範囲は、ペルー海溝では海溝軸から60 kmまで、ペルー・チリ海溝北部では海溝軸から60 kmまでであることが判明した。これらの断層地形の存在範囲は太平洋プレート北西縁の海溝より狭い。中米海溝での断層地形の存在範囲は海溝軸から150㎞付近までと他の海溝に比べて広範囲であることが判明した。ペルー・チリ海溝南部については、海溝軸から150㎞以上の離れた地点まで磁気異常縞模様と平行な地形が存在するが、アビサルヒルを作った断層が海溝付近で再活動したかどうかは判断できなかった。
中米海溝とペルー海溝南部では、海溝軸と斜交する断層地形が存在する。その走向は磁気異常縞模様を平行である。海溝軸と断層地形のなす角度は30度以内である。ペルー海溝北部とペルー・チリ海溝北部では、海溝軸と平行な走向を持つ断層地形が存在する。これらの海溝の海溝軸と磁気異常縞模様がなす角度は30度より大

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

きい。本研究結果は、中西（2017）で示された断層地形の特徴は太平洋東縁の海溝においても広く成り立つことを示している。

キーワード：プレート屈曲、屈曲による断層地形、アビサルヒル、沈み込み帯
Keywords: plate bending, Bending-related fault topography, abyssal hill, subduction zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2次元重合前深度マイグレーションによる宮城沖日本海溝沈み込み帯の地質構造

Detailed tectonic structure of the Japan Trench subduction zone off Miyagi by 2D pre-stack depth migration imaging

*郭 晨[1]、朴 進午[1]
*GUO CHEN[1], Jin-Oh Park[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

The 2011 Tohoku earthquake (Mw 9.0) has been extensively examined by many geophysical data from state-of-the-art observational networks deployed both globally and locally. There were lots of studies to investigate the tectonic structure of the 2011 coseismic rupture zone. However, there were a few detailed seismic reflection images about both shallow and deep structure, because of the complicated geologic structure. In order to figure out detailed geologic structure and P-wave velocity modelof the Japan Trenchsubduction zone off Miyagi, northeast Japan, we tried to do 2D pre-stack depth migration (PSDM) imaging using multi-channel seismic (MCS) reflection data acrossthe2011 Tohoku coseismic rupture zone. Pre-processing to get CDP gathers with high S/N ratio includes trace editing, pre-filtering, spherical divergence correction, debubbling, deghosting, and surface-related multiple attenuation (SRMA).After air gun shots, a main pulse and following bubble oscillations were recorded, even though the air gun was tuned. In order to suppress the periodic bubble oscillations, we designed debubble filter. We used shot gather data with gain, trace header modification, sort and static application to extract the bubble signature from the raw MCS data, eventually producing a filter with ~30 Hz bubble waveform.In marine MCS data acquisition, source (air gun) and receiver (streamer cable) ghosts are recorded as notches in power spectrum. These secondary wavefield usually corrupts the raw data, depending on offset, time and geologic dip. We designed deghost filter to reduce the source and receiver ghosts. Like no other time before, we used both horizon-based tomography and grid-based tomography during the PSDM processing. Horizon-based tomography and grid-based tomography are global approaches which involve a solution of simultaneous set of equations for calculating the updating parameters of the velocity-depth model. In the horizon-based tomography, we built a depth-velocity model along which the residuals were picked, and updated both the depth surfaces and velocity of each layer. The updates are calculated at equally spaced spline nodes and then interpolated. After the horizon-based tomography, we inputted this velocity section into 2D auto-picker and calculated the QC semblance for defining a complete depth surface and updated for velocity at equally spaced points on a 2D grid. We recognize a bright reflector as the topmost oceanic crust (i.e., plate interface) of the Pacific plate subducting beneath the overlying Okhotsk plate, which can be traceable to more than 100 km landward from the Japan Trench axis. The seaward Pacific plate is characterized by horst and graben structure with normal faults. A strong reflector of Moho discontinuity, which is observed beneath the oceanic crust before subduction, is also observed even after subduction of the Pacific plate, up to more than 100 km landward from the Japan Trench axis. In the upper plate, we identify the Neogene sedimentary layer overlying the Cretaceous erosional unconformity, andseverallargereversefaultsdevelopingwithin theCretaceous basement. The backstop interface showshigh amplitude and negative polarityreflection that may be indicative offluid-rich fault. We observe a reflection of Arc Moho at depth of about 20 km. We can also observe megalens structure along plate interface at about 15-20 km depth, which is similar in Costa Rica subduction zone.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの低比抵抗部について

Conductive zone of incoming Pacific Plate in the outer rise region off Japan trench

*佐藤 真也[1]、後藤 忠徳[1]、笠谷 貴史[2]、市原 寛[3]、山野 誠[4]
*Shinya Sato[1], Tada-nori Goto[1], Takafumi Kasaya[2], Hiroshi Ichihara[3], Makoto Yamano[4]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 海洋研究開発機構、3. 名古屋大学大学院環境学研究科、4. 東京大学地震研究所
1. Kyoto Univesity, Graduate School of Engineering, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Nagoya University, Graduate School of Environmental Studies, 4. University of Tokyo, Earthquake Research Institute

Various geophysical surveys have been operated in order to expose the subsurface structure of incoming Pacific plate in the outer rise region off Japan trench. One of the targets is existence of water in the plate, and two geophysical surveys (seismic surveys and heat flow measurements), which were conducted independently, in the outer rise region reported recently the possibility of water existence in the plate. The seismic surveys (e.g., Fujie et al., 2016; Fujie et al., 2018) visualized the subsurface structure indicating low velocity in the oceanic crust and below the boundary between crust and lithosphere (i.e., Moho) although there are high pressures. Also, the heat flow measurements (e.g., Yamano and Kawada, 2017) reported high heat-flow anomalies in the region, and suggested the possibilities that the anomalies were triggered by the water through the permeable layer in the plate. However, the existence of water in the deep portion below the oceanic crust has not been well known, and the source of water is now being discussed. A marine magnetotelluric (MT) survey was conducted in the outer rise region with distant of 100 –200 km from the Japan trench. This survey’ s target is to verify the existence of water in the oceanic mantle visualizing the subsurface resistivity structure. We recorded electromagnetic data (MT data) for the analysis of subsurface resistivity structure at four locations with water depth of about 5500 m. Unfortunately, one of four data failed to record the MT data appropriately, and the other data included large noises, whose source were possibly the instruments themselves. We applied the noise-reduction method based on Frequency Domain Independent Component Analysis (Sato et al., 2017) for the estimation of MT responses at the three sites. The resistivity structure was visualized using a 2D inversion code by Uchida and Ogawa (1993) from the derived MT responses. The visualized structure showed two features: i) the boundary between resistive lithosphere and conductive asthenosphere and ii) the conductive zones below the oceanic crust. At the presentation, we will not only show them but discuss the source of conductive zones based on electromagnetic environment, whose model includes the effect of trench or coast.

キーワード：日本海溝海側アウターライズ領域、低比抵抗帯、海底MT探査
Keywords: Outer rise region off Japan trench, Conductive zone, Marine magnetotelluric survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical variations of the asthenosphere inferred from the geochemistry of petit-spot lavas in the NW Pacific plate

*桂木 悠希[1]、平野 直人[1]、清水 健二[2]、Costa Fidel[3]、Oalmann Jaffrey[3]、油谷 拓[1]
*Yuki Katsuragi[1], Naoto Hirano[1], Kenji Shimizu[2], Fidel Costa[3], Jaffrey Oalmann[3], Taku Yutani[1]

1. 東北大学、2. 海洋研究開発機構　高知コア研究所、3. 南洋理工大学
1. Tohoku University, 2. Kochi Core Center, Kochi University / JAMSTEC, 3. Nanyang Technological University

The low seismic velocity and high electrical conductivity of the asthenosphere may be due to the presence of volatile materials (e.g. CO_2 and H_2O) (e.g. Gairrard et al., 2008; Hirschmann, 2010). Recently, the so-called “petit-spot volcanism” which is characterized by submarine eruptions that occur in oceanic plates in response to lithospheric flexures, has been proposed to result from melts directly ascending from the asthenosphere (Hirano et al., 2006; Sato et al., 2018). The lava samples (foidite to trachybasalt) show high vesicularity despite the eruption occurring under high hydrostatic pressure at approximately 6000 meters below sea level (Sato et al., 2018). Here we discuss the volatile, bulk, and Sr-Nd isotopic compositions of quenched glass rinds of petit-spot lavas from the NW Pacific plate, supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

The glass has higher volatile contents (H_2O, CO_2, and halogens) than most MORBs and lacks chlorine alteration by seawater. Some samples are clearly oversaturated in CO_2 and H_2O at 60 MPa, which is the submarine hydrostatic pressure. The glass also shows negative anomalies of Zr, Hf and Ti, implying that there is a carbonatitic component in the mantle source. Moreover, Nd and Sr isotope ratios, and some geochemical trends with volatile elements indicate that the magma was derived from an EM1-like mantle component. Therefore, the compositions of the petit-spot lavas can possibly be explained by mixing of DMM and recycled EM1 material with carbonates. The degree of EM1 signature for each eruptive location gradually decreases toward the trench. We suggest that the variation of volatile compositions and Sr-Nd isotopic systematics of petit-spot magmas reflect their temporal and spatial transition in the asthenosphere along the NW Pacific plate track.

キーワード：プチスポット火山、アセノスフェア、揮発性元素
Keywords: petit-spot basalt, asthenosphere, volatile elements

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールA 2F

[S-CG61] 変動帯ダイナミクス

コンビーナ:深畑 幸俊(京都大学防災研究所)、竹下 徹(北海道大学大学院理学院自然史科学専攻)、岩森 光(海洋研究開発機構・地球内部物質循環研究分野)、座長:竹下 徹、小林 健太

変動帯のダイナミクスは、いわゆる造山運動や大規模断層帯の形成など数百―数千万年かけて起きる変動から、人間・社会活動の時間スケールで生じる地震・火山活動まで、極めて広いレンジにわたる変動を対象としており、その解明には地球物理学・地質学・地形学の総合的知見が必要である。変動帯ダイナミクスの解明のためには、プレート運動等に起因する応力と変動帯を構成する媒質の応答特性を時間的・空間的に把握する必要があるが、地殻応力の特定は今なお未解明の難問であり、粘弾塑性で特徴付けられる媒質特性は時間スケールや応力・温度等に複雑に依存するという困難がある。さらに、流体および流体を介した反応も媒質特性に大きな影響を与えるため、岩石学・地球化学的アプローチも必要となる。東北沖地震後は日本列島全体で応力・歪場の大規模な改変が生じ、地震活動の変化や活発な地殻変動が観測されており、変動帯ダイナミクスの研究を進める格好の機会である。本セッションでは、地震学、測地学、変動地形学、構造地質学、岩石学、水文学など、変動帯ダイナミクスの解明を目指す様々な分野にわたる観測、実験およびモデリング研究からの意欲的な講演を歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[SCG61-01] 鳥取県西部地域における断層発達過程

*小林 健太[1] (1.新潟大学理学部地質科学教室)

14:00 ~ 14:15

[SCG61-02] 0.1満点地震観測による2000年鳥取県西部地震震源域の非弾性変形検出（２）

★招待講演

*松本 聡[1]、飯尾 能久[2]、酒井 慎一[3]、加藤 愛太郎[3]、澁谷 拓郎[2]、林田 祐人[4]、0.1満点地震 観測グループ (1.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、2.京都大学防災研究所、3.東京大学地震研究所、4.九州大学大学院理学府)

14:15 ~ 14:30

[SCG61-03] Non-double couple micro-earthquakes in the focal area of the 2000 Western Tottori earthquake (M7.3) by "0.1 manten" hyper dense seismic observation

*林田 祐人[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、酒井 慎一[4]、加藤 愛太郎[4]、0.1満点 地震観測グループ (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所、4.東京大学地震研究所)

14:30 ~ 14:45

[SCG61-04] 鳥取県西部から島根県西部にかけての応力場–稠密地震観測による-

*飯尾 能久[1]、満点地震 観測グループ、鳥取県西部 満点地震観測班 (1.京都大学防災研究所)

14:45 ~ 15:00

[SCG61-05] Modeling the spatiotemporal change in stress field around Hinagu fault zone through the 2016 Kumamoto earthquake sequence, in central Kyushu, Japan

*光岡 郁穂[1]、松本 聡[2]、志藤 あずさ[2]、山下 裕亮[3]、中元 真美[4]、宮崎 真大[3]、酒井 慎一[5]、飯尾 能久[3]、2016年熊本地震 合同地震観測グループ (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所、4.地震予知総合研究振興会、5.東京大学地震研究所)

15:00 ~ 15:15

[SCG61-06] 西南日本、三重県の中央構造線断層帯の発展：歪の局所化と軟化についての一解釈

*竹下 徹[1]、Dong Bui[1]、Thomas Czertowicz[1]、荒井 駿[2]、山本 貴史[3]、安東 淳一[3]、重松 紀生[4]、藤本 光一郎[5] (1.北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2.東北大学理学研究科地学専攻、3.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、4.産業技術総合研究所、5.東京学芸大学)

鳥取県西部地域における断層発達過程
Fault zone development in the West Tottori area, Japan

*小林 健太[1]
*Kenta Kobayashi[1]

1. 新潟大学理学部地質科学教室
1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University

Several kinds of investigations were carried out in the NW-SE trending aftershock area of the 2000 Tottori-ken Seibu earthquake (Mj7.3) and along the Nichinanko lineament (L=15km) which runs the SW of the aftershock area. The earthquake occurred in a place where no active fault is identified, with the exception of some short lineaments (e.g. Kanayama lineament: L=2km) in the direction of NW-SE. After the earthquake, many NW-SE to WNW-ESE trending surface ruptures were found in the aftershock area (e.g. Ryokusuien in central part of the area). They indicated sinistral slip sense. On the other hand, brittle fault rock zones are distributed in Late Cretaceous to Paleogene granitic rocks. Miocene rhyolite, basalt-andesite and aplite dikes intrude the granitic rocks, also deformed along the faults. Most fault planes with WNW strike indicate sinistral slip, and most of those with ENE strike show dextral slip. The determined paleo stress field is strike slip type of N-S tension, congruents with the 2000 Tottori-ken Seibu earthquake. However, along a few fault planes with WNW strike the early dextral slip is detected (e.g. Ryokusuien). Brittle fault rock zones are also distributed along the NW-SE trending Nichinanko lineament. Along the lineament, a wider mixture zone is formed. Fault planes with NW strike indicate sinistral slip.

XRD analysis showed that the gouge in the central part of the aftershock area is mainly composed of illite and chlorite (Kobayashi et al., 2006; Manaka et al., 2012), while the gouges in the NW and SE parts of the aftershock area (Kaneki et al., 2019) and those along the Nichinanko lineament (Manaka et al., 2012) are rich in halloysite. Chemical processes are different between these fault rock zones. In the central part of the aftershock area, most gouges were formed at a higher temperature than the neighborhood. On the other hand, the latest gouge is rich in smectite at Ryokusuien.

These facts suggest that the maturity of the fault zone along the aftershock area has been a low level, WNW strike fault planes (R1 shears) and ENE strike fault planes (R2 shears) formed predominantly. Therefore, the early kinematic (dextral) and chemical (illite-chlorite forming hydrothermal alteration) processes are remained. On the other hand, the activity along the Nichinanko lineament has been a higher level in a shallower depth (halloysite-smectite forming environment), NW strike fault planes (Y surfaces) formed predominantly, the remarkable Nichinanko lineament developed. In addition, the Komachi-Ohdani lineament system (L=12km) which runs the NE of the aftershock area also developed. How these fault zones have developed over a long period of time will be discussed.

キーワード：鳥取県、活断層、断層岩、地震
Keywords: Tottori Prefecture, active fault, fault rocks, earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

0.1満点地震観測による2000年鳥取県西部地震震源域の非弾性変形検出（２）

Inerastic deformation around focal area of the 2000 Western Tottori EQ (M7.3) detected by “0.1 manten” Hyper Dense Seismic Observation (2)

*松本 聡[1]、飯尾 能久[2]、酒井 慎一[3]、加藤 愛太郎[3]、澁谷 拓郎[2]、林田 祐人[4]、0.1満点地震 観測グループ
*Satoshi Matsumoto[1], Yoshihisa Iio[2], Shin'ichi Sakai[3], Aitaro Kato[3], Takuo Shibutani[2], Yuto Hayashida[4], Group for 0.1 manten Hyper dense seismic observation

1. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、2. 京都大学防災研究所、3. 東京大学地震研究所、4. 九州大学大学院理学府
1. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Disaster Prevention Reasearch Institute, Kyoto University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Graduate School of Science, Kyushu University

Seismic observation with high resolution and sensitivity is a key to solve a question how the crust deforms inelastically and accumulate stress in the seismogenic zone. We have completed a seismic observation for one year at one thousand sites (0.1 Manten seismic observation) in an aftershock area of the 2000 Western Tottori earthquake (M7.3). The seismic network with radius of about 18 km covered entire aftershock area of the M7.3 event. Automatic-detecting procedure was applied to the seismograms in order to detect small earthquakes. Over 5000 events of natural earthquakes were obtained during the observation. Sensitivity of the network is high and its detection limit for small earthquake was about magnitude of -1.0. Focal mechanism of the earthquake with magnitude range below zero could be determined. In this study, we showed inelastic deformation due to seismic activity of the small earthquake around the fault of the main shock.
The detected aftershock activity is higher at north of the large slip area of the main shock than at other area. Taking into account the activity just after the main shock, we found inelastic strain rate inferred from the aftershock reveals spatial heterogeneous distribution. The rate is smaller than inverse of the lapse time from the main shock, indicating that inelastic deformation due to the aftershock continue long duration compared with other part of the fault. This area corresponds to the hypocentral area of the preceding activity toward the main shock of the Western Tottori earthquake. These suggests that the high inelastic strain rate area at the north of the asperity of the main shock behaved as low strength area relaxing stress at the part and resulted stress loading to the asperity. Comparing the rate with it estimated from the preceding activity to the main shock, the rate at present is similar order to one before the mainshock. It suggests a possibility that loading processes exists below the low-decay rate zone where seismic activity observed prior to the main shock.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Non-double couple micro-earthquakes in the focal area of the 2000 Western Tottori earthquake (M7.3) by "0.1 manten" hyper dense seismic observation

*林田 祐人[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、酒井 慎一[4]、加藤 愛太郎[4]、0.1満点 地震観測グループ
*Yuto Hayashida[1], Satoshi Matsumoto[2], Yoshihisa Iio[3], Shin'ichi Sakai[4], Aitaro Kato[4], Group for "0.1 Manten" hyper dense seismic observation Group registration

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3. 京都大学防災研究所、4. 東京大学地震研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Disater Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Earthquakes with non-double couple (NDC) component could provide information such as geometric fault complexity, tensile failure, and fluid flow in faulting.

In this study, we found definite micro-earthquakes with NDC in the aftershock area of the 2000 Western Tottori earthquake (M 7.3) based on polarity analysis for first P-wave motion data from “0.1 manten” hyper dense seismic observation. The observation composed of a thousand seismic stations successfully provided with high resolution focal mechanisms of a lot of micro-earthquakes in the area.

We attempted to model the events with NDC by tensile-shear faulting, shear-tensile faulting, and multiple events with pure double couple focal mechanisms. We analyzed 8 events that distributes the entire after shock area.

Plausible models for the events occurring at shallower and deeper depth are the faulting with tensile crack and the multiple shear faulting models, respectively. The results suggest that fluid contributes to the crack opening at the shallow part. In contrast, fluid pressure does not sufficient to open tensile crack at the deep part. Therefore, the depth of the boundary may relate to the pressure of fluid at the earthquake fault. In addition, the events with large NDC component were located around co-seismic large slip area of the mainshock of the Western Tottori earthquake. This suggests that fluid exits around the co-seismic slip area.

キーワード：非ダブルカップル型地震、メカニズム解、2000年鳥取県西部地震
Keywords: non-double couple earthquake, focal mechanism, the 2000 Western Tottori earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鳥取県西部から島根県西部にかけての応力場–稠密地震観測による-
Stress field in the Western Tottori and Western Shimane regions deduced by the dense seismic observations

*飯尾 能久[1]、満点地震 観測グループ、鳥取県西部 満点地震観測班
*Yoshihisa Iio[1], Manten seicmic observation group, Manten seismic observation group in the Western Tottori region

1. 京都大学防災研究所
1. Disater Prevention Research Institute, Kyoto University

山陰地方の地震帯、鳥取県西部から島根県西部地域にかけての応力場を推定した。Kawanishi et al. (2009)は、中国地方全体においてσ_1の方位はほぼ東西であるのに対して、地震帯直下では西北西-東南東に回転していることを見出し、それを、直下の下部地殻内のゆっくりすべりで説明した。今回、2009年からこの地域で行われている満点地震観測データ(50点)、2015年から鳥取県西部地域で行われている満点地震観測データ(81点)、2000年鳥取県西部合同地震観測データと定常観測点のデータを総合して、この地域にわたる広域の応力場を推定した。

得られた結果は以下のように要約される。鳥取県西部地震の余震域から三瓶山付近へかけての領域で、σ1の方位の回転が見られた。その領域の南側ではσ1はN90˚E～N110˚E程度なのに対して、領域内ではN100˚E～N140˚E程度であり、20～30˚の回転となっている。鳥取県西部地震の余震域の西側および三瓶山付近で回転が大きく、それらの間は小さい。この領域の北側の宍道地溝帯周辺では、データは少ないが、σ1がN120˚E～N140˚EとNW-SEを向いており、この地域全体の中でも回転が最も大きい。ことのうに、この地域では、山陰の地震帯の中軸部においてσ1の方位の回転が見られ、その中でも鳥取県西部地震の余震域の西側および三瓶山付近で局所的に回転が大きい。加えて、地震帯の北側の宍道地溝帯周辺で、σ1が大きく回転してNW-SEを向いている。

地震帯付近の直下の下部地殻では、深さ25kmにおいて、幅50km程度の低速度異常が推定されている(津田・他,2017)。上部地殻においては、宍道地溝帯に沿って大きな低速度異常が見られる。この地域における応力場は、地震帯直下のゆっくりすべりに加えて、宍道地溝帯の直交方向への短縮により形成されている可能性がある。Kawanishi et al. (2009)は地震帯をひとつの領域として応力場を推定したが、その中には内部構造があることが明らかになった。

キーワード：応力、下部地殻、地震メカニズム解、内陸地震、地震観測
Keywords: stress, lower crust, focal mechanism, intraplate earthquake, seicmic observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling the spatiotemporal change in stress field around Hinagu fault zone through the 2016 Kumamoto earthquake sequence, in central Kyushu, Japan

*光岡 郁穂[1]、松本 聡[2]、志藤 あずさ[2]、山下 裕亮[3]、中元 真美[4]、宮崎 真大[3]、酒井 慎一[5]、飯尾 能久[3]、2016年熊本地震 合同地震観測グループ
*Ayaho Mitsuoka[1], Satoshi Matsumoto[2], Azusa Shito[2], Yusuke Yamashita[3], Manami Nakamoto[4], Masahiro Miyazaki[3], Shin'ichi Sakai[5], Yoshihisa Iio[3], Group for urgent joint seismic observation of the 2016 Kumamoto earthquake

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3. 京都大学防災研究所、4. 地震予知総合研究振興会、5. 東京大学地震研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Association for the Development of Earthquake Prediction, 5. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

For a purpose of understanding physical process of earthquake generation, knowledge of stress condition around a fault is required. We estimated stress field and discussed its spatiotemporal change around Hinagu fault zone that was the hypocentral area of the 2016 Kumamoto earthquake sequence.
The 2016 Kumamoto earthquake sequence occurred around Hinagu and Futagawa fault zones in Kumamoto prefecture, central Kyushu Island, Japan. The largest foreshock with Mj 6.5 (Mj: magnitude by Japan Metrological Agency) on April 14, 2016 was located Hinagu fault zone. The mainshock (Mj 7.3) generated slip at both Hinagu and Futagawa fault on April 16, 2016. After that, many earthquakes occurred around these faults until now.
In this study, we estimated the spatiotemporal change in the deviatoric stress field and its differential stress. For discussing the temporal change in the target region, we divided time sequence into three periods: (1) prior to the sequence (i.e. before Mj 6.5 event), (2) between the foreshock and the mainshock, and (3) after the mainshock. We compared the deviatoric stress fields with the co-seismic stress change by faulting of this sequence. From focal mechanism solutions from January 1, 1993 to December 31, 2017, we estimated the deviatoric stress field using the method by Matsumoto [2016]. We adopted fault slip models of the fore- and mainshock, which is the slip distribution projected result by Asano and Iwata [2016] on the fault geometries determined from the distribution of hypocenters. We performed a grid search procedure for the differential stress at each spatial block with horizontal size of 0.05˚in latitude and longitude, and 5 km in depth.
As a result, we captured the stress condition in the both period (1) and (3). Before the foreshock (i.e. period (1)), the differential stress around the fore- and mainshock faults is higher than the other region, its value is from several MPa to several tens of MPa. On the other hand, the differential stress in south area of Hinagu fault zone ranges from about 0.1 to 1 MPa. We found the foreshock and mainshock occurred in the state of high differential stress.
After the mainshock (i.e. period (3)), the spatial heterogeneity of the differential stress still remained. However, the differential stress at the area around the hypocenters of the fore- and mainshock is about half of that before the foreshock. At the southeast area of Hinagu fault, the differential stress is about twice of that before, so potential of occurring earthquake becomes relatively high compared with the prior state to this sequence.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：熊本地震、応力場、断層強度
Keywords: 2016 Kumamoto earthquake, stress field, fault strength

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西南日本、三重県の中央構造線断層帯の発展：歪の局所化と軟化についての一解釈

Development of the Median Tectonic Line Fault zone in Mie Prefecture, Southwest Japan : A Possible Interpretation for Strain Localization and Softening

*竹下 徹[1]、Dong Bui[1]、Thomas Czertowicz[1]、荒井 駿[2]、山本 貴史[3]、安東 淳一[3]、重松 紀生[4]、藤本 光一郎[5]
*Toru Takeshita[1], Dong Van Bui[1], Thomas Anthony Czertowicz[1], Shun Arai[2], Takafumi Yamamoto[3], Jun-ichi Ando[3], Norio Shigematsu[4], Koichiro Fujimoto[5]

1. 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻、2. 東北大学理学研究科地学専攻、3. 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、4. 産業技術総合研究所、5. 東京学芸大学
1. Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 4. AIST, 5. Tokyo Gakugei University

中央構造線は、九州から関東山地まで800 km以上追跡される、日本で最も大規模な断層であるが、その起源は白亜紀後期に領家帯の花崗岩類に発生した剪断帯（マイロナイト帯）に遡ることが出来る。その後、古第三紀の初頭に、この剪断帯の部分が大規模正断層として再活動し、西南日本外帯の三波川高圧型変成岩と内帯の領家帯の花崗岩類および低圧型変成岩類の接合を引き起こした（狭義の中央構造線、例えばKubota and Takeshita, 2008）。さらに、その後も中央構造線は様々な時代に活動したが、特に、第四紀に顕著な右横ずれ断層として再活動している。

我々は、その形成以後複数回再活動した中央構造線について、その発生段階の過程を明らかにするため、現在の中央構造線のもとになった領家帯の花崗岩類起源のマイロナイト帯（いわゆる領家南縁剪断帯）に焦点を当て、上昇にともなう温度の低下とともにマイロナイト帯がどのように発展し、どのように歪が局所化していったのかを詳細に解析した。三重県松阪市飯高町月出の研究フィールドにおいて、東西走向で約60°北傾斜している中央構造線に直交する赤岩谷ルートにおいて、南北約800 m間の地質調査を行い、断層岩試料を定方位で採取した。その結果、我々は中央構造線に平行に延長される断層岩は、中央構造線から300 mの幅で分布するプロトマイロナイト（Area A）と、その北に約500 mの幅で分布するマイロナイト（Area B）に区分されることを明らかにした。さらに、断層岩を構成する鉱物モード組成をポイントカウンティングにより測定した結果、プロトマイロナイトはカリ長石を殆ど含まないトーナル岩を、一方、マイロナイトはカリ長石の巨晶を大量に含む花崗岩を原岩とし、変形の程度が原岩に支配されていることが明らかにした。

次に我々はプロトマイロナイト（7試料）およびマイロナイト（8試料）を構成する変形・再結晶石英集合体の微細構造を検討し、マイロナイト（Area B）を構成するに石英再結晶粒子ついて、中央構造線の北方300 mから490 mの距離に分布するものは高いアスペクト比と比較的平面状の粒子境界を示す一方（Sタイプ、亜結晶粒回転再結晶により形成）、490 mから800 mの距離に分布するものは低いアスペクト比と入り組んだ粒子境界（Pタイプ、粒界移動再結晶により形成）を示すことを明かにした。プロトマイロナイト中の石英再結晶粒子はSタイプの組織を持つ。さらに、石英の格子選択配向をSEM-EBSD装置を用いて測定した結果、プロトマイロナイトおよびマイロナイト試料とも殆どの試料が石英のｃ軸方位が中間主歪軸（Y）方位に集中するパターンを示す一方、プロトマイロナイトの一部でタイプIクロスガードルパターン、Sタイプ組織を持つマイロナイトの最南部中でY集中とタイプIクロスガードルパターンの中間型が認められることを明かにした。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

我々はまた、SEM-EBSD測定から得られたデータについて、Grain Orientation Spread (GOS, Cross et al., 2017)法を用いて、石英再結晶粒子とレリクト粒子を厳密に分離し、マイロナイト中の石英再結晶粒径を厳密に求めた。その結果、再結晶粒径は最も北側のPタイプ組織を持つマイロナイトで最大100ミクロンを超えているが、Sタイプ組織を持つマイロナイトで11-20ミクロンに低下すること、また、プロトマイロナイト中の石英再結晶粒径は6-19ミクロンであることを明らかにした。さらに、マイロナイトを構成するカリ長石は、一部ミルメカイト（斜長石と石英の連晶）となっているが、２長石温度計を用い、マイロナイト形成時の変形温度を推定した。その結果、Pタイプ組織を持つマイロナイトの最北部で 500 ˚Cに至る温度が得られたが、南に向かって温度は低下し、Sタイプ組織を持つマイロナイトでは350-400 ˚Cの変形温度が推定された。この事実は、Pタイプ組織を持つマイロナイト中でカリ長石は塑性変形しているが、Sタイプ組織を持つマイロナイト中ではカリ長石は破断している事実と調和的である。

以上の観測事実をまとめ、我々は中央構造線断層帯における温度の低下にともなう歪の局所化を以下のように推察した。最初、500 ˚Cの温度条件ではカリ長石を大量に含む花崗岩がそれを含まないトーナル岩より流動的なため、花崗岩のみが変形しPタイプ組織を持つマイロナイトとなった。その後、450 ˚Cとなりトーナル岩も変形を開始するが、変形は引き続いて花崗岩中に集中するほか、350-400 ˚CではPタイプ組織を持つマイロナイトで変形が停止し、変形はSタイプ組織を持つマイロナイトに局所化した。ところが、Sタイプ組織を持つマイロナイト帯の部分が中央構造線に発達していった訳ではなく、300-350 ˚Cになって現在の中央構造線に沿う僅か50 mのウルトラマイロナイト帯（Czertowicz et al., 2019, PEPS, in press）に変形中心が突然ジャンプし、ここに最終的に歪が局所化し、中央構造線へと発展していった。

キーワード：中央構造線、マイロナイト、石英c軸ファブリック
Keywords: Median Tectonic Line, mylonite, quartz c-axis fabric

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | コンベンションホールA 2F

[S-CG61] 変動帯ダイナミクス

コンビーナ:深畑 幸俊(京都大学防災研究所)、竹下 徹(北海道大学大学院理学院自然史科学専攻)、岩森 光(海洋研究開発機構・地球内部物質循環研究分野)、座長:岡田 知巳、安藤 亮輔(東京大学大学院理学系研究科)

変動帯のダイナミクスは、いわゆる造山運動や大規模断層帯の形成など数百―数千万年かけて起きる変動から、人間・社会活動の時間スケールで生じる地震・火山活動まで、極めて広いレンジにわたる変動を対象としており、その解明には地球物理学・地質学・地形学の総合的知見が必要である。変動帯ダイナミクスの解明のためには、プレート運動等に起因する応力と変動帯を構成する媒質の応答特性を時間的・空間的に把握する必要があるが、地殻応力の特定は今なお未解明の難問であり、粘弾塑性で特徴付けられる媒質特性は時間スケールや応力・温度等に複雑に依存するという困難がある。さらに、流体および流体を介した反応も媒質特性に大きな影響を与えるため、岩石学・地球化学的アプローチも必要となる。東北沖地震後は日本列島全体で応力・歪場の大規模な改変が生じ、地震活動の変化や活発な地殻変動が観測されており、変動帯ダイナミクスの研究を進める格好の機会である。本セッションでは、地震学、測地学、変動地形学、構造地質学、岩石学、水文学など、変動帯ダイナミクスの解明を目指す様々な分野にわたる観測、実験およびモデリング研究からの意欲的な講演を歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[SCG61-07] What caused the Main Himalayan Thrust (MHT) to ramp? Insights from analogue and numerical models

*Subhajit Ghosh[1,2]、Arijit Laik[2]、Santanu Bose[2,3]、Nibir Mandal[4] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-Ku, Tokyo 113-0032、2.Department of Geology, University of Calcutta, 35, Ballygunge Circular Road, Kolkata 700019, India、3.Department of Geology, Presidency University, 86/1 College Street, Kolkata 700073, India、4.Department of Geological Sciences, Jadavpur University, Kolkata 700032, India)

15:45 ~ 16:00

[SCG61-08] Control of fault weakening on the structural styles of underthrusting-dominated non-cohesive tectonic wedges

*Arthur Bauville[1]、Mikito Furuichi[1] (1.Department of Mathematical Science and Advanced Techology, JAMSTEC)

16:00 ~ 16:15

[SCG61-09] Complexity of the 2016 *M* 7.8 Kaikoura, New Zealand, earthquake from seismic observation: inferences of overpressured fluid involvement

*岡田 知己[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、Lanza Federica[4]、Thurber Clliford[4]、松野 弥愛[1]、河村 優太[2]、佐藤 将[1]、Bannister Stephen[5]、Ristau John[5]、Savage Martha[6]、Townend John[6]、Petttinga Jarg[7]、Ghisetti Francesca[8]、Sibson Richard[9] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3.京都大学防災研究所、4.University of Wisconsin-Madison, U.S.A.、5.GNS Science, New Zealand、6.Victoria University of Wellington, New Zealand、7.University of Canterbury, New Zealand、8.TerraGeoLogica, New Zealand、9.University of Otago, New Zealand)

16:15 ~ 16:30

[SCG61-10] Dynamic Rupture Simulation Reproduces Spontaneous Multifault Rupture and Arrest During the 2016 Mw 7.9 Kaikoura Earthquake

*安藤 亮輔[1]、Kaneko Yoshihiro[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.GNS science)

16:30 ~ 16:45

[SCG61-11] Ductile deformation explains the physics of friction and genesis of earthquakes

*James Daniel Paul Moore[1]、Stefan Nielsen[2]、Lars N Hansen[3] (1.Earth Observatory of Singapore、2.University of Durham、3.University of Oxford)

16:45 ~ 17:00

[SCG61-12] アスペリティー破壊の地震モーメントと応力降下量，並びに歪みエネルギー解放量

*松浦 充宏[1] (1.統計数理研究所)

What caused the Main Himalayan Thrust (MHT) to ramp? Insights from analogue and numerical models

*Subhajit Ghosh[1,2], Arijit Laik[2], Santanu Bose[2,3], Nibir Mandal[4]

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-Ku, Tokyo 113-0032, 2. Department of Geology, University of Calcutta, 35, Ballygunge Circular Road, Kolkata 700019, India, 3. Department of Geology, Presidency University, 86/1 College Street, Kolkata 700073, India, 4. Department of Geological Sciences, Jadavpur University, Kolkata 700032, India

Occurrence of any conspicuous ramp on the low angle basal detachment causes hindrance on the overall wedge progression and behaves as an asperity by localizing stress in the inter-seismic gaps. The mid-crustal ramp on the Main Himalayan Thrust (MHT) results in strain partitioning by focusing seismicity, including 2015 magnitude 7.8 Gorkha earthquake in the central Nepal Himalaya. However, the ramp structure is laterally discontinuous; even absent in some parts of the Himalaya (e.g. western Bhutan). Interestingly, it has been widely shown that the geometry of the basal detachment (in terms of presence or absence or geographic location of the ramp) provides first order control on the along strike variations in the structure, topography, low-temperature thermochronological ages, precipitation, exhumation and erosion patterns. Motivated by the absence of any mechanical explanation for these peculiar observations, we compare physical and numerical experiments with the geology of the frontal eastern Himalaya to show how the mechanically weak coal bearing Gondwana horizon controls the position of the basal detachment in space and time. Our modelling results confirm that the initial spatial distribution of the Gondwana horizon strongly influences the position of the mid-crustal ramp at different geographic location which resulted in segmented MHT structure (Fig. 1). The numerical modelling largely validates the physical experiments and explains the rock uplift and river incision pattern recorded in the Nepal Himalaya.

Keywords: mid-crustal ramp, Main Himalayan megathrust, seismicity asperity, Basal friction, Analog sandbox, Numerical model Underground

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

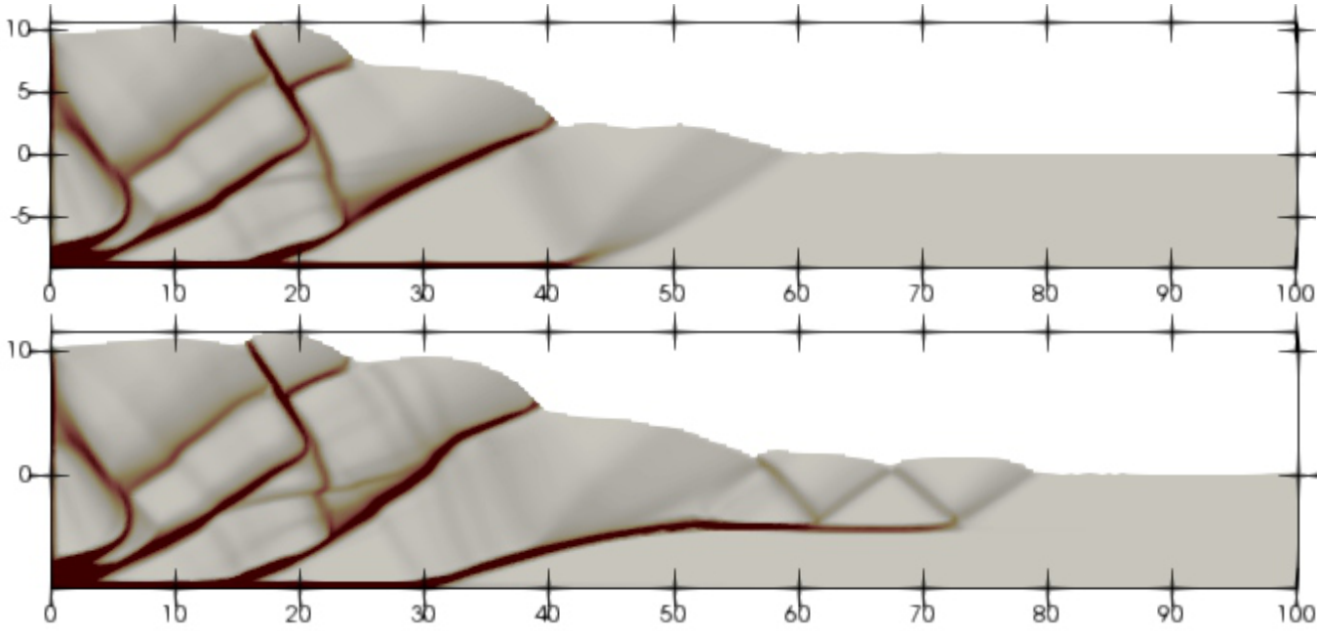


Fig. 1 Numerical sandbox simulation with visco-plastic rheology. Sequential thrust progression in a model containing a weak zone (Φ_W = 10°). The weak zone shifted the thrust progression to a shallower depth. Plastic strain mapping clearly marks the location of ramping of the basal detachment.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Control of fault weakening on the structural styles of underthrusting-dominated non-cohesive tectonic wedges

*Arthur Bauville[1], Mikito Furuichi[1]

1. Department of Mathematical Science and Advanced Techology, JAMSTEC

Underthrusting is a typical process at compressive margins responsible for nappe stacking and sediment subduction. Despite being essential for orogenesis, and the subduction cycle, the mechanics of underthrusting is still incompletely understood. The critical taper theory predicts that underthrusting occurs only in the limit where $\mu_b' = \mu'$, with μ' and μ_b' the inner and basal effective coefficient of friction, respectively. Paradoxically, in nature, underthrusting is associated with weak faults. For instance, at erosive subduction margins, sediments are dragged in subduction, while normal faulting in the middle prism suggests the plate boundary is weak. Wang et al., (2010) have proposed that dynamic fault strength variations during the earthquake cycle can reconcile these observations. In their model, underthrusting occurs during earthquakes when the fault is strong and normal faulting occurs in the prism during the interseismic period when the fault is weak. However, recent evidence (Gao and Wang, 2016) suggests that plate boundaries are relatively weak also during earthquakes.
In this contribution, we investigate the control of permanent fault weakening on the dynamics of a strong-based ($\mu_b' = \mu'$,) non-cohesive tectonic wedge. We control the wedge material strength by a spatially constant fluid overpressure factor (λ^*, and fault strength by a strain weakening factor (χ). We investigated the problem in two steps. First, we used the critical taper theory to determine a mechanical mode diagram that predicts structural styles. This diagram is deduced from the function $\Delta\alpha(\beta, \chi, \lambda^*)$ which is the difference in taper angle at a given β, between the compressively critical taper of a strong-based wedge and the extensionally critical taper of a weak-based wedge ($\mu_b' = (1-\chi)\mu'$). Then, we performed numerical simulations of accretionary wedge formation to establish the characteristics of these structural styles regarding wedge and fault geometry. We determined there is a continuum of structural styles with three end-members occurring at the theoretically determined mechanical mode transitions.

Style 1 is characterized by thin tectonic slices and little to no underthrusting.
Style 2 is characterized by thick slices and nappe stacking.
Style 3 is characterized by the complete underthrusting of the incoming sediments.

The model gives a mechanical explanation that reconciles underthrusting with weak faults. In agreement with observations, the model predicts the occurrence of style 2 in strong-based sandbox experiment. Finally, we argue that style 3 is triggered by any mechanism, such as material weakening, erosion or sedimentation, that limits the surface angle such that the incoming material is always significantly under-critical.

Keywords: Accretionary prism, Underthrusting, Critical taper theory, Numerical simulations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Complexity of the 2016 *M* 7.8 Kaikoura, New Zealand, earthquake from seismic observation: inferences of overpressured fluid involvement

Complexity of the 2016 *M* 7.8 Kaikoura, New Zealand, earthquake from seismic observation: inferences of overpressured fluid involvement

*岡田 知己[1]、松本 聡[2]、飯尾 能久[3]、Lanza Federica[4]、Thurber Clliford[4]、松野 弥愛[1]、河村 優太[2]、佐藤 将[1]、Bannister Stephen[5]、Ristau John[5]、Savage Martha[6]、Townend John[6]、Petttinga Jarg[7]、Ghisetti Francesca[8]、Sibson Richard[9]
*Tomomi Okada[1], Satoshi Matsumoto[2], Yoshihisa Iio[3], Federica Lanza[4], Clifford H Thurber[4], Miu Matsuno[1], Yuta Kawamura[2], Tadashi Sato[1], Stephen C Bannister[5], John Ristau[5], Martha K Savage[6], John Townend[6], Jarg Petttinga[7], Francesca Ghisetti[8], Richard H Sibson[9]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター、3. 京都大学防災研究所、4. University of Wisconsin-Madison, U.S.A.、5. GNS Science, New Zealand、6. Victoria University of Wellington, New Zealand、7. University of Canterbury, New Zealand、8. TerraGeoLogica, New Zealand、9. University of Otago, New Zealand
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Disater Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. University of Wisconsin-Madison, U.S.A., 5. GNS Science, New Zealand, 6. Victoria University of Wellington, New Zealand, 7. University of Canterbury, New Zealand, 8. TerraGeoLogica, New Zealand, 9. University of Otago, New Zealand

The *M* 7.8 Kaikoura earthquake occurred in the northern South Island on 3 Nov., 2016, involving the rupture of > 20 faults. To understand the complexity of the Kaikoura earthquake, details of fault geometry, seismic velocity distribution and stress field are necessary. We have undertaken seismic tomography and stress tensor inversion using focal mechanisms along the c. 200 km length of the rupture zone.

Data from both 51 temporary stations and 22 GEONET stations were collected from March 2011 to December 2017. Hypocenter locations and the three-dimensional velocity structure were determined using the method of Zhang and Thurber (2003 and 2006).

The hypocenter of the Kaikoura earthquake and aftershocks near the Kekerengu fault locate along lineaments where seismic velocity changes horizontally.

In the uppermost crust, lower velocities occur beneath the Emu Plain and Cape Campbell. Higher velocities occur in and around Kaikoura.
In the middle to lower crust, high Vp/Vs occurs not only in and around the hypocenter but also along the northern part of the rupture zone.
In the lowermost crustal or uppermost mantle, high Vp occurs east of the Kekerengu fault and south of the Hope fault and beneath the Canterbury plains faults. This high Vp likely corresponds to the Pacific plate.

These complexities in the seismic velocity structure may relate to the multi-rupture character of the Kaikoura earthquake. In particular, spatial correlations between rupture areas and high Vp/Vs suggests

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the involvement of overpressured fluid in the nucleation and propagation of rupture segments, which is also supported by the reactivation of unfavourably oriented strike-slip ruptures, many lying at c.70° to regional sigma-one stress trajectories.

キーワード：2016 Kaikoura earthquake
Keywords: 2016 Kaikoura earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dynamic Rupture Simulation Reproduces Spontaneous Multifault Rupture and Arrest During the 2016 Mw 7.9 Kaikoura Earthquake

*安藤 亮輔[1]、Kaneko Yoshihiro[2]
*Ryosuke Ando[1], Yoshihiro Kaneko[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. GNS science
1. Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. GNS science

The 2016 Kaikoura (New Zealand) earthquake is characterized as one of the most complex multifault rupture events ever observed. We perform dynamic rupture simulations to evaluate to what extent relatively simple forward models accounting for realistic fault geometry can explain the characteristics of coseismic observations. Without fine parameter tuning, our model reproduces many observed features including the multifault rupture, overall slip distribution and direction, and the locations of the maximum slip and rupture arrest. In particular, our model shows spontaneous arrest of dynamic rupture at the both ends of the ruptured fault system due to smaller prestress levels expected from a regional tectonic stress field. Both the simulated and the observationally inferred source time functions show similar double peaks with a larger second peak. The results illuminate the importance of the 3-D fault geometry in understanding the dynamics of complex multifault rupture.

キーワード：動的破壊、境界積分方程式法、断層形状
Keywords: Dynamic rupture, Boundary integral equation method, Fault geometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ductile deformation explains the physics of friction and genesis of earthquakes

*James Daniel Paul Moore[1], Stefan Nielsen[2], Lars N Hansen[3]

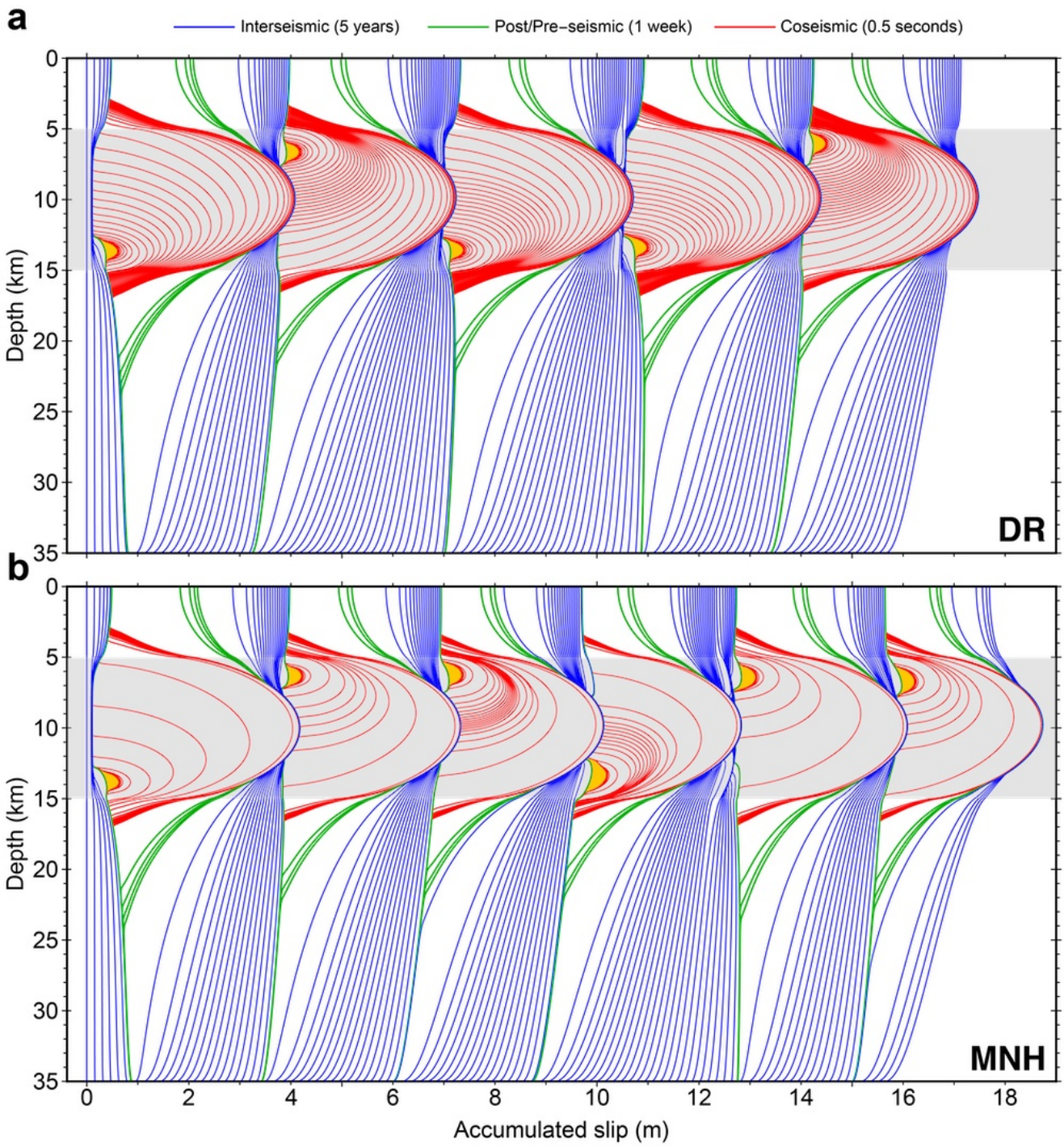
1. Earth Observatory of Singapore, 2. University of Durham, 3. University of Oxford

Seismic hazard presents a significant global threat to both life and property, with increased urbanisation in the twenty-first century only intensifying the risk as populations concentrate near fault lines. It is therefore imperative to develop a clear understanding of the physical origins of earthquakes, with their associated hazards, and use that knowledge to work towards building more resilient societies. To this end, we show that ductile deformation on contact regions within fault zones explains the physics of fault friction, and the genesis of earthquakes. We find the empirical framework of rate-and-state friction may be derived from grain-scale creep processes, and that earthquakes are the macroscopic manifestation of ductile deformation at microscopic contacting regions. The governing equations are well behaved at low slip rates, the seismogenic layer emerges as a consequence of the pressure-temperature dependence of ductile creep processes, and we offer an explanation for the temporal distribution of earthquake clustering.

The physical origins of the laws of friction that govern the genesis of earthquakes have long been the subject of discussion and debate. Here we demonstrate that the empirical framework of rate-and-state friction is a natural consequence of grain-scale processes, and that fault slip is the macroscopic manifestation of creep on contact asperities, modulated by grain-size processes, at the microscopic scale.We find that common rate-and-state parameters derived from laboratory data and geodetic observations are entirely commensurate with known flow laws: diffusion creep, dislocation-accommodated grain-boundary sliding, and dislocation creep. Additionally, we find that the temperature, grain size, and stress dependence of these flow laws naturally give rise to the full spectrum of fault behaviour from stable creep, through slow slip and tremor, to bilateral ruptures. In particular a seismogenic layer emerges spontaneously from the interplay of these creep mechanisms, for which the stability is primarily determined by the grain-size dependence of the active flow law. Our framework unifies the work of friction experiments for localised deformation and flow laws governing distributed deformation, whilst simultaneously addressing a number of shortcomings of the Dieterich-Ruina form of rate-and-state friction, such as the non-physical divergence as the sliding velocity tends to zero. We present very close equivalence between rate-and-state friction and established flow laws, and provide an explanation for the emergence of the seismogenic layer.

Keywords: Earthquake, Friction, Rheology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アスペリティー破壊の地震モーメントと応力降下量，並びに歪みエネルギー解放量

The seismic moment, stress drop, and strain energy release for the rupture of asperities

*松浦 充宏[1]
*Mitsuhiro Matsu'ura[1]

1. 統計数理研究所
1. Institute of Statistical Mathematics

Seismic moment and stress drop are known as the most fundamental physical quantities characterizing seismic events. The seismic moment of an event is clearly defined as the product of its rupture area (*S*), average fault slip (*D*), and the rigidity of the surrounding elastic medium (Aki, 1966; Kostrov, 1974), but the stress drop is not (Madariaga, 1979), which depends on adopted source models. In the simplest case of a circular crack model with uniform stress drop, the stress drop is proportional to *D* and the inverse of the square root of *S*, and so independent of seismic moment (e.g., Kanamori & Anderson, 1975). However, with the simplest model, Nadeau & Johnson (1998) found a clear dependence of average stress drop on seismic moment from a detailed analysis of repeating earthquakes along the Parkfield segment of SAF. This empirical scaling relationship for average stress drop is contrary to what is commonly assumed in seismology: that is the stress drop is independent of earthquake size.

Since then, many seismologists (e.g., Sammis & Rice, 2001; Anooshehpoor & Brune, 2001; Beeler, Lockner & Hickman, 2001; Johnson & Nadeau, 2002) tried to explain the observed size-dependence of stress drop by theoretically considering the loading and rupture processes of asperities, but didn't succeed. The size-dependence of stress drop seems to result from an inappropriate assumption for background slip rates [1]. Aside from that, in these theoretical studies, the asperity is modeled as a completely locked small patch surrounded by freely creeping zones. In such modeling, steady tectonic loading causes stress singularity just inside the locked patch and broad slip-deficit distribution on the surrounding freely creeping zones. The rupture of the asperity suddenly releases the concentrated stress at the small locked patch and causes fault slip so as to cancel the slip deficit distributed on the surrounding zones without stress drop. Even in such a case, we can clearly define the seismic moment by multiplying the integral of coseismic slip over the whole fault plane by the rigidity of the surrounding medium. In contrast, the definition of average stress drop is multiple (Noda, Lapusta & Kanamori, 2013), which suggests that the static stress drop on fault may not be the fundamental physical quantity.

Recently, on the basis of theoretical consideration to the equation of motion in continuum mechanics, we derived a fundamental equation that the volume integral of static stress changes caused by a seismic event over the whole elastic region is mathematically equivalent to its moment tensor [2]. Applying the fundamental equation to the energetics of shear faulting, we can obtain a quantitative relationship between the work done for shear faulting and the change in elastic strain energy in the surrounding region. This means that we should use the volume integral of static stress changes or the total strain energy change as the fundamental physical quantity characterizing seismic events.

References:

[1] Matsu'ura, M., Nomura, S., Ogata, Y., & Uchida, N. (2017), Reciprocal relationship between seismically estimated slip rates and geodetically estimated slip-deficit rates at plate interfaces: Physical interpretation and logical consequence, IAG-IASPEI 2017 Meeting, J05, Kobe, Japan.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[2] Matsu'ura, M., Noda, A., & Terakawa, T. (2018), Two different representations of moment tensor and the energetics of shear faulting, 10th ACES International Worlshop, O24-3, Awaji Island, Japan.

キーワード：地震モーメント、応力降下量、歪みエネルギー解放量、アスペリティーモデル
Keywords: Seismic moment, Stress drop, Strain energy release, Asperity model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-BG 地球生命科学・地圏生物圏相互作用

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[B-BG01] Elemental cycling in terrestrial and coastal ecosystems- Carbon and Nitrogen perspectives

コンビーナ:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

Biogeochemical cycling of carbon and nitrogen hold the key to cropping cycle, monsoonal patterns and climate globally. Biological communities that make up the biosphere are essential for cycling of carbon and nitrogen and their functions are regulated by numerous factors including redox conditions, trace metal availability, and energy sources. At the same time temporal and spatial variability of biological communities such as those observed in microbes strongly affect the rate of carbon and nitrogen cycling in various environments including land and marine systems. In this session, submissions are welcomed from scientists including early career scientists working on various aspects of carbon and nitrogen cycling across terrestrial, coastal and oceanic environments. Submissions are also encouraged addressing challenges related to estimation of carbon and nitrogen budgets representing local, regional and global scales.

[BBG01-P01] Forest-CEW: A Forest Ecosystems Model for Carbon-Energy-Water Processes.

*Zhenghong Tan[1] (1.Hainan University China)

[BBG01-P02] **Interdependent Dynamics of LAI-ET across Roofing Landscapes: the Mongolian and Tibetan Plateaus**

*Li Tian[1] (1.Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences)

[BBG01-P03] **Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh**

*Islam Nazrul nazrulislam6727@gmail.com[1]、Tanzina Tul Karim[1]、Rasheda Nahida[1]、Nusrat Mousume[1]、Farha Jeba[1]、Abdus Salam[1] (1.Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh)

[BBG01-P04] **Diversity and activity of diazotrophs in the coastal waters of Southeastern Arabian Sea (SEAS)**

*JABIR THAJUDEEN[1]、Mohamed Hatha Abdullah (1.Cochin University of Science and Technology India)

[BBG01-P05] **Bloom of *Palmerina hardmaniana*, a marine centric planktonic diatom in a coastal mangrove ecosystem- implication for coastal carbon cycling**

*Punyasloke Bhadury[1] (1.Centre for Climate and Environmental Studies and Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

[BBG01-P06] Dynamics of Carbon and Nitrogen influx in large river system: Isotopic study from river Ganga, India

*Anurag Kumar[1]、Prasanta Sanyal[1,2]、Punyasloke Bhadury[3,2] (1.Department of Earth Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、2.Centre for Climate and Environmental studies, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、3.Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India)

Forest-CEW: A Forest Ecosystems Model for Carbon-Energy-Water Processes.

*Zhenghong Tan[1]

1. Hainan University China

Forest ecosystem models (FEM) are essential tools for studying the forest carbon budget, which is an important subject in the global climate change studies. Although using FEM has a long history and there exist many types of FEM, new models are still being developed for special uses. This presentation introduces Forest-CEW, a forest ecosystems model for carbon-energy-water processes. The model is aimed at having a structure that can be configured flexibly for different forest ecosystems, a graphic interface for inexperienced users, and a command execution mode for experts. The time scale of the model is at the hourly level. Model validation using the data from Tomakomai flux research site (asiaflux.net/index.php?page_id=113) shows that the model can well reconstruct major ecosystem variables including net ecosystem exchange, soil temperature and water content. We also compared Forest-CEW with those include in the TDE ecosystem model intercomparison (cdiac.ess-dive.lbl.gov/epubs/tdemodel/models.html) and the results show that its performance is among the best of the 13 models.

Keywords: Model, Forest Ecosystem, Carbon, Water, Energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interdependent Dynamics of LAI-ET across Roofing Landscapes: the Mongolian and Tibetan Plateaus

*Li Tian[1]

1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences

The Mongolian and Tibetan Plateaus have experienced higher-than-global average warming in recent decades, resulting in many significant changes in ecosystem structure and function. Among them are Leaf area index (LAI) and evapotranspiration (ET) that play a fundamental role in shaping many causes and consequences of land surface processes and climate. Here, we focused on the spatiotemporal changes of the LAI, ET and their relationships on these two roofing landscapes. Based on the MODIS products from 2000 through 2014. We found that there existed a general positive relationship between LAI and ET on the Mongolia Plateau (MP), while there was not synergy on the Tibetan Plateau (TP).

Overall, 49.38% (50.62%) of land areas on the TP experienced significant increased (decreased) in LAI, while 94.92% (5.09%) on the MP. For the ET, the increased land area was 21.70% (124.10×10^3 km^2) on the TP and 88.01% (341.60×10^3 km^2) on the MP. More importantly, the relationships varied substantially across the space and over time, with mismatches found in some parts of the landscapes. Substantial additional efforts with observational and/or experimental investigations are need to explore the relationships, including the influences of vegetation characteristics and disturbances.

Keywords: ET, LAI, Eurasian continent, alpine, land surface process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh

*Islam Nazrul nazrulislam6727@gmail.com[1], Tanzina Tul Karim[1], Rasheda Nahida[1], Nusrat Mousume[1], Farha Jeba[1], Abdus Salam[1]

1. Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh

Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh

Md. Nazrul Islam[1*], Tanzina Tul Karim, Rasheda Nahida, Nusrut Mousume, Farha Jeba, and Abdus Salam[2*]

Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka 1000, Bangladesh

Corresponding Author: [1] nazrulislam6727@gmail.com, Tel: +8801717672748; [2*] asalam@gmail.com, Tel: +880117061160

Atmospheric pollution has a significant impact on human health, climate change, agriculture, and ecosystem. Air quality and the climate change is the top most concern of the World Health Organization (WHO, 2019). Bangladesh is a rapidly developing country with kinds of environmental problems. It became the top most country in the world for the human deaths due to environmental pollution, which was accounted about 27% of the total death (Lancet, 207). Only air pollution caused two thirds of these deaths (Lancet, 2017). Dhaka along with Narayanganj and Gazipur are the top ranking cities in the World for the air pollution (WHO, 2014). Volatile organic compounds (VOCs) and poly aromatic hydrocarbons (PAHs) are the major organic pollutants in the atmosphere. Until now there is no information of VOCs and PAHs regarding their occurrences, sources, seasonal variation and health impact in Bangladesh. In this study we have collected particulate matters samples on quartz filters with a low volume sampler at two big cities in Bangladesh (Capital Dhaka and North West City Rajshahi) from January 2015 to February 2019. Individual organic compounds were extracted with acetone and n-hexane from the particulate matter loaded filters. The chemical analysis was done with Gas Chromatography (GC)-Mass spectrometry (MS). The analyzed organic compounds were naphthalene, anthracene, diazinon, deltramethrin, pyrabenxoime, pyrazosulfuran, prophenophos butachlor, propiconazole, cymoxanil, cypermethrin, lamda cyhalothrin, dimethoate, chloropyriphos, carbofuran, metalaxyl, pentane, hexane, propene, isobutene, 1,3-butadiene, dichloroflouromethane, ethanol, benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, styrene, 1,2,3trimethylbenzene, isoprene, cyclopentane, and cyclohexane. Positive matrix factorization (PMF) and air mass trajectory analysis were done for source characterization. Health risk assessment and life time cancer risk (LCR)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

were determined with US EPA based model. The elevated concentrations of the determined compounds at both Dhaka and Rajshahi were observed; Dhaka values were slightly higher than Rajshahi. The concentrations of determined compounds were higher during the winter months basically December to February and lower during the monsoon period in the month of July. PMF model revealed that the sources of organic compounds in Bangladesh were diesel exhaust, coal and biomass burning, industry and gasoline exhaust. Ethyl benzene, dichlorouflouromethane, 1,2,3-trimethylbenzene have the potential carcinogenic impact.

Key words: Particle Phase Organics, PAHs, VOCs, PMF, Health Risk Assessment

Keywords: Particle Phase Organics, PAHs and VOCs, PMF and Health Risk Assessment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Diversity and activity of diazotrophs in the coastal waters of Southeastern Arabian Sea (SEAS)

*JABIR THAJUDEEN[1], Mohamed Hatha Abdullah

1. Cochin University of Science and Technology India

In marine environments availability of nitrogen (N2) limits the primary productivity. Nitrogen fixing bacteria (diazotrophs) could convert atmospheric nitrogen to ammonium thereby providing significant input of new nitrogen into the ocean. The knowledge about their diversity, distribution and physiological activity are limited in tropical coastal marine environments. In this study, we determined diversity of nitrogen fixing bacteria and the nitrogen fixation rate through *nifH* based clone library analysis and 15N2 bubble method respectively. We encountered *Trichodesmium*bloom and diatom diazotrophic associations along the coastal environments of SEAS. Nitrogen fixation rate in the coastal waters were varied from 0.15 to 1.02 nmolN/L/h. *Trichodesmium*bloom in the Arabian Sea during pre-monsoon season showed higher nitrogen fixation rate of 3.6 nmolN/L/h. Clone library analysis revealed that 19 Operational Taxonomic Units (OTUs) of nitrogen fixing bacteria were observed from the coastal waters SEAS. The OTUs were related to 7 OTUs of cyanobacteria and 12 OTUs of heterotrophic diazotrophs. Major cyanobacterial OTUs are closely similar to *Trichodesmium*sp., *Richelia*sp., *Synechocystis*sp.. Major heterotrophic diazotrophs belonged to alpha-, beta-, gamma-, epislon-, proteobacteria and firmicutes. Gamma proteobacterial clones were dominating among heterotrophic diazotrophs in the coastal water column of south eastern Arabian Sea. Nitrogen fixation rate in the water column were significantly correlated with dissolved Fe (R^2= 0.66, p= 0.05) and phosphorous (R^2= 0.49, p= 0.05), which revealed these are the major factors controlling nitrogen fixation process in the coastal environments of SEAS.

Keywords: Nitrogen fixation , diazotrophs, Fe, SEAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bloom of *Palmerina hardmaniana*, a marine centric planktonic diatom in a coastal mangrove ecosystem- implication for coastal carbon cycling

*Punyasloke Bhadury[1]

1. Centre for Climate and Environmental Studies and Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata

Large celled diatoms play an important role in export of carbon in coastal ecosystems. In the Sundarbans mangrove ecosystem located on the delta of Ganga-Brahmaputra-Meghna riverine systems and facing the coastal Bay of Bengal, a bloom of *Palmerina hardmaniana* (Greville) Hasle was tracked in 2015. The bloom of this centric diatom species was tracked from April- July, 2015 in Sundarbans Biological Observatory Time Series (SBOTS) site of Sundarbans. During pre-bloom (April) dissolved oxygen (DO) concentration was 6.82 mg/L while during bloom (May-June) DO concentration decreased to 3.83 mg/L. This also coincided with Chlorophyll-a concentration which ranged from 0.22-6.28 mg/L during the study period, with highest concentration of 6.28 mg/L in bloom period and overwhelmingly dominated by cells belonging to *Palmerina hardmaniana* (40.8 X 10^4 cells/L). In total 72 phytoplankton species were observed from April-July, 2015 in SBOTS site. The frustules of *Palmerina hardmaniana* ranged from 291-358 μm in length and from 195 to 260 μm in width. Based on *rbc*L phylogeny of RuBISCO, the dominance of *P. hardmaniana* was also confirmed. Increased air and surface water temperatures in SBOTS site showed significant correlation with observed cell abundance of *P. hardmaniana* with the onset of bloom. This is the first report of *P. hardmaniana* bloom in the coastal Sundarbans mangrove ecosystem. Therefore, understanding the physiological success of this centric diatom species in relation to dynamic environmental conditions has consequences for tracking export of carbon by centric diatoms in coastal water and resulting implications for coastal carbon cycling.

Keywords: diatom, phytoplankton bloom, mangrove, carbon cycling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dynamics of Carbon and Nitrogen influx in large river system: Isotopic study from river Ganga, India

*Anurag Kumar[1], Prasanta Sanyal[1,2], Punyasloke Bhadury[3,2]

1. Department of Earth Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India, 2. Centre for Climate and Environmental studies, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India, 3. Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India

Freshwater flux transport large amount of carbon (dissolved and particulate, organic and inorganic) and nitrogen (Dissolved) from continent into the ocean, contributing significantly to the global carbon and nitrogen cycle. The present sources and sinks of naturally as well as anthropogenically produced C and N compounds in the global carbon and nitrogen cycle remains enigmatic. Among the carbon sources in the river ecosystem, the dissolved inorganic carbon (DIC) constitute major component of carbon influx from land to ocean. These fluxes are significantly influenced by the terrestrial and estuary processes. The isotopic composition of DIC can be used to understand the sources and cycling of carbon in rivers and estuaries. In this study, $d^{13}C$ of DIC in river water of Ganga has been used to understand the dissolved inorganic carbon sources into the river. The river Ganga (2500 km) is the largest river of the Indian subcontinent which originates from the Gangotri glacier and drains into Bay of Bengal through its vast delta in the Sunderban. The $d^{13}C_{DIC}$ of river water were measured from source (Gomukh) to sink (Bay of Bengal) of the river Ganga for pre and post-monsoon period. The seasonal variation in the $d^{13}C_{DIC}$ shows enriched isotopic values in pre-monsoon compared to post-monsoon samples, indicating increased biological activities in the riverine system during pre-monsoon. A varied enrichment factor in the $d^{13}C_{DIC}$ values were observed for upper, middle and lower stretch of the river Ganga which might be indicating different sources contributing water in different stretch of the river Ganga. The $d^{18}O$ value of river water, ground water and rain water were used to delineate the different sources of water into the river Ganga. The water budget of the river Ganga shows high glacier melt in the upper stretch, high ground water influx in middle stretch and high rain water input in lower stretch of the river Ganga.

On similar note, the dissolved form of nitrogen in river water (NO_3^-) also significantly impacts the riverine as well as costal ecosystem. The increased influx of nitrate changes the competition between species causing disruption in the biological diversity. The lower stretch of the river Ganga receives maximum rain water input; therefore the region becomes prone to pollutant as result of surface runoff from the catchment areas. The isotopic composition of dissolved nitrate in water can be used to delineate the sources of NO_3^- into the riverine system. The $d^{15}N$ and $d^{18}O$ of the dissolved nitrate in river water from the lower stretch (Kolkata) of the river Ganga indicates the input of anthropogenic activities (pollutant) to river water. The data indicates manure from septic pipe lines as major source of dissolved nitrate present in the river Ganga.

Keywords: DIC, Ganga river, nitrate isotope, India

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-BG 地球生命科学・地圏生物圏相互作用

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[B-BG01] Elemental cycling in terrestrial and coastal ecosystems- Carbon and Nitrogen perspectives

コンビーナ:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

Biogeochemical cycling of carbon and nitrogen hold the key to cropping cycle, monsoonal patterns and climate globally. Biological communities that make up the biosphere are essential for cycling of carbon and nitrogen and their functions are regulated by numerous factors including redox conditions, trace metal availability, and energy sources. At the same time temporal and spatial variability of biological communities such as those observed in microbes strongly affect the rate of carbon and nitrogen cycling in various environments including land and marine systems. In this session, submissions are welcomed from scientists including early career scientists working on various aspects of carbon and nitrogen cycling across terrestrial, coastal and oceanic environments. Submissions are also encouraged addressing challenges related to estimation of carbon and nitrogen budgets representing local, regional and global scales.

[BBG01-P01] Forest-CEW: A Forest Ecosystems Model for Carbon-Energy-Water Processes.

*Zhenghong Tan[1] (1.Hainan University China)

[BBG01-P02] **Interdependent Dynamics of LAI-ET across Roofing Landscapes: the Mongolian and Tibetan Plateaus**

*Li Tian[1] (1.Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences)

[BBG01-P03] **Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh**

*Islam Nazrul nazrulislam6727@gmail.com[1]、Tanzina Tul Karim[1]、Rasheda Nahida[1]、Nusrat Mousume[1]、Farha Jeba[1]、Abdus Salam[1] (1.Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh)

[BBG01-P04] **Diversity and activity of diazotrophs in the coastal waters of Southeastern Arabian Sea (SEAS)**

*JABIR THAJUDEEN[1]、Mohamed Hatha Abdullah (1.Cochin University of Science and Technology India)

[BBG01-P05] **Bloom of *Palmerina hardmaniana*, a marine centric planktonic diatom in a coastal mangrove ecosystem- implication for coastal carbon cycling**

*Punyasloke Bhadury[1] (1.Centre for Climate and Environmental Studies and Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

[BBG01-P06] Dynamics of Carbon and Nitrogen influx in large river system: Isotopic study from river Ganga, India

*Anurag Kumar[1]、Prasanta Sanyal[1,2]、Punyasloke Bhadury[3,2] (1.Department of Earth Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、2.Centre for Climate and Environmental studies, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India、3.Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India)

Forest-CEW: A Forest Ecosystems Model for Carbon-Energy-Water Processes.

*Zhenghong Tan[1]

1. Hainan University China

Forest ecosystem models (FEM) are essential tools for studying the forest carbon budget, which is an important subject in the global climate change studies. Although using FEM has a long history and there exist many types of FEM, new models are still being developed for special uses. This presentation introduces Forest-CEW, a forest ecosystems model for carbon-energy-water processes. The model is aimed at having a structure that can be configured flexibly for different forest ecosystems, a graphic interface for inexperienced users, and a command execution mode for experts. The time scale of the model is at the hourly level. Model validation using the data from Tomakomai flux research site (asiaflux.net/index.php?page_id=113) shows that the model can well reconstruct major ecosystem variables including net ecosystem exchange, soil temperature and water content. We also compared Forest-CEW with those include in the TDE ecosystem model intercomparison (cdiac.ess-dive.lbl.gov/epubs/tdemodel/models.html) and the results show that its performance is among the best of the 13 models.

Keywords: Model, Forest Ecosystem, Carbon, Water, Energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interdependent Dynamics of LAI-ET across Roofing Landscapes: the Mongolian and Tibetan Plateaus

*Li Tian[1]

1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences

The Mongolian and Tibetan Plateaus have experienced higher-than-global average warming in recent decades, resulting in many significant changes in ecosystem structure and function. Among them are Leaf area index (LAI) and evapotranspiration (ET) that play a fundamental role in shaping many causes and consequences of land surface processes and climate. Here, we focused on the spatiotemporal changes of the LAI, ET and their relationships on these two roofing landscapes. Based on the MODIS products from 2000 through 2014. We found that there existed a general positive relationship between LAI and ET on the Mongolia Plateau (MP), while there was not synergy on the Tibetan Plateau (TP).

Overall, 49.38% (50.62%) of land areas on the TP experienced significant increased (decreased) in LAI, while 94.92% (5.09%) on the MP. For the ET, the increased land area was 21.70% (124.10×10^3 km^2) on the TP and 88.01% (341.60×10^3 km^2) on the MP. More importantly, the relationships varied substantially across the space and over time, with mismatches found in some parts of the landscapes. Substantial additional efforts with observational and/or experimental investigations are need to explore the relationships, including the influences of vegetation characteristics and disturbances.

Keywords: ET, LAI, Eurasian continent, alpine, land surface process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh

*Islam Nazrul nazrulislam6727@gmail.com[1], Tanzina Tul Karim[1], Rasheda Nahida[1], Nusrat Mousume[1], Farha Jeba[1], Abdus Salam[1]

1. Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh

Particle Phase Organic compounds (PAHs and VOCs) at Two Big Cities (Dhaka and Rajshahi) in Bangladesh

Md. Nazrul Islam[1*], Tanzina Tul Karim, Rasheda Nahida, Nusrut Mousume, Farha Jeba, and Abdus Salam[2*]

Department of Chemistry, University of Dhaka, Dhaka 1000, Bangladesh

Corresponding Author: [1] nazrulislam6727@gmail.com, Tel: +8801717672748; [2*] asalam@gmail.com, Tel: +880117061160

Atmospheric pollution has a significant impact on human health, climate change, agriculture, and ecosystem. Air quality and the climate change is the top most concern of the World Health Organization (WHO, 2019). Bangladesh is a rapidly developing country with kinds of environmental problems. It became the top most country in the world for the human deaths due to environmental pollution, which was accounted about 27% of the total death (Lancet, 207). Only air pollution caused two thirds of these deaths (Lancet, 2017). Dhaka along with Narayanganj and Gazipur are the top ranking cities in the World for the air pollution (WHO, 2014). Volatile organic compounds (VOCs) and poly aromatic hydrocarbons (PAHs) are the major organic pollutants in the atmosphere. Until now there is no information of VOCs and PAHs regarding their occurrences, sources, seasonal variation and health impact in Bangladesh. In this study we have collected particulate matters samples on quartz filters with a low volume sampler at two big cities in Bangladesh (Capital Dhaka and North West City Rajshahi) from January 2015 to February 2019. Individual organic compounds were extracted with acetone and n-hexane from the particulate matter loaded filters. The chemical analysis was done with Gas Chromatography (GC)-Mass spectrometry (MS). The analyzed organic compounds were naphthalene, anthracene, diazinon, deltramethrin, pyrabenxoime, pyrazosulfuran, prophenophos butachlor, propiconazole, cymoxanil, cypermethrin, lamda cyhalothrin, dimethoate, chloropyriphos, carbofuran, metalaxyl, pentane, hexane, propene, isobutene, 1,3-butadiene, dichloroflouromethane, ethanol, benzene, toluene, ethylbenzene, xylene, styrene, 1,2,3trimethylbenzene, isoprene, cyclopentane, and cyclohexane. Positive matrix factorization (PMF) and air mass trajectory analysis were done for source characterization. Health risk assessment and life time cancer risk (LCR)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

were determined with US EPA based model. The elevated concentrations of the determined compounds at both Dhaka and Rajshahi were observed; Dhaka values were slightly higher than Rajshahi. The concentrations of determined compounds were higher during the winter months basically December to February and lower during the monsoon period in the month of July. PMF model revealed that the sources of organic compounds in Bangladesh were diesel exhaust, coal and biomass burning, industry and gasoline exhaust. Ethyl benzene, dichlorouflouromethane, 1,2,3-trimethylbenzene have the potential carcinogenic impact.

Key words: Particle Phase Organics, PAHs, VOCs, PMF, Health Risk Assessment

Keywords: Particle Phase Organics, PAHs and VOCs, PMF and Health Risk Assessment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Diversity and activity of diazotrophs in the coastal waters of Southeastern Arabian Sea (SEAS)

*JABIR THAJUDEEN[1], Mohamed Hatha Abdullah

1. Cochin University of Science and Technology India

In marine environments availability of nitrogen (N2) limits the primary productivity. Nitrogen fixing bacteria (diazotrophs) could convert atmospheric nitrogen to ammonium thereby providing significant input of new nitrogen into the ocean. The knowledge about their diversity, distribution and physiological activity are limited in tropical coastal marine environments. In this study, we determined diversity of nitrogen fixing bacteria and the nitrogen fixation rate through *nifH* based clone library analysis and 15N2 bubble method respectively. We encountered *Trichodesmium*bloom and diatom diazotrophic associations along the coastal environments of SEAS. Nitrogen fixation rate in the coastal waters were varied from 0.15 to 1.02 nmolN/L/h. *Trichodesmium*bloom in the Arabian Sea during pre-monsoon season showed higher nitrogen fixation rate of 3.6 nmolN/L/h. Clone library analysis revealed that 19 Operational Taxonomic Units (OTUs) of nitrogen fixing bacteria were observed from the coastal waters SEAS. The OTUs were related to 7 OTUs of cyanobacteria and 12 OTUs of heterotrophic diazotrophs. Major cyanobacterial OTUs are closely similar to *Trichodesmium*sp., *Richelia*sp., *Synechocystis*sp.. Major heterotrophic diazotrophs belonged to alpha-, beta-, gamma-, epislon-, proteobacteria and firmicutes. Gamma proteobacterial clones were dominating among heterotrophic diazotrophs in the coastal water column of south eastern Arabian Sea. Nitrogen fixation rate in the water column were significantly correlated with dissolved Fe (R^2= 0.66, p= 0.05) and phosphorous (R^2= 0.49, p= 0.05), which revealed these are the major factors controlling nitrogen fixation process in the coastal environments of SEAS.

Keywords: Nitrogen fixation , diazotrophs, Fe, SEAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bloom of *Palmerina hardmaniana*, a marine centric planktonic diatom in a coastal mangrove ecosystem- implication for coastal carbon cycling

*Punyasloke Bhadury[1]

1. Centre for Climate and Environmental Studies and Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata

Large celled diatoms play an important role in export of carbon in coastal ecosystems. In the Sundarbans mangrove ecosystem located on the delta of Ganga-Brahmaputra-Meghna riverine systems and facing the coastal Bay of Bengal, a bloom of *Palmerina hardmaniana* (Greville) Hasle was tracked in 2015. The bloom of this centric diatom species was tracked from April- July, 2015 in Sundarbans Biological Observatory Time Series (SBOTS) site of Sundarbans. During pre-bloom (April) dissolved oxygen (DO) concentration was 6.82 mg/L while during bloom (May-June) DO concentration decreased to 3.83 mg/L. This also coincided with Chlorophyll-a concentration which ranged from 0.22-6.28 mg/L during the study period, with highest concentration of 6.28 mg/L in bloom period and overwhelmingly dominated by cells belonging to *Palmerina hardmaniana* (40.8 X 10^4 cells/L). In total 72 phytoplankton species were observed from April-July, 2015 in SBOTS site. The frustules of *Palmerina hardmaniana* ranged from 291-358 μm in length and from 195 to 260 μm in width. Based on *rbc*L phylogeny of RuBISCO, the dominance of *P. hardmaniana* was also confirmed. Increased air and surface water temperatures in SBOTS site showed significant correlation with observed cell abundance of *P. hardmaniana* with the onset of bloom. This is the first report of *P. hardmaniana* bloom in the coastal Sundarbans mangrove ecosystem. Therefore, understanding the physiological success of this centric diatom species in relation to dynamic environmental conditions has consequences for tracking export of carbon by centric diatoms in coastal water and resulting implications for coastal carbon cycling.

Keywords: diatom, phytoplankton bloom, mangrove, carbon cycling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dynamics of Carbon and Nitrogen influx in large river system: Isotopic study from river Ganga, India

*Anurag Kumar[1], Prasanta Sanyal[1,2], Punyasloke Bhadury[3,2]

1. Department of Earth Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India, 2. Centre for Climate and Environmental studies, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India, 3. Department of Biological Sciences, Indian Institute of Science Education and Research Kolkata, Mohanpur 741246, India

Freshwater flux transport large amount of carbon (dissolved and particulate, organic and inorganic) and nitrogen (Dissolved) from continent into the ocean, contributing significantly to the global carbon and nitrogen cycle. The present sources and sinks of naturally as well as anthropogenically produced C and N compounds in the global carbon and nitrogen cycle remains enigmatic. Among the carbon sources in the river ecosystem, the dissolved inorganic carbon (DIC) constitute major component of carbon influx from land to ocean. These fluxes are significantly influenced by the terrestrial and estuary processes. The isotopic composition of DIC can be used to understand the sources and cycling of carbon in rivers and estuaries. In this study, $d^{13}C$ of DIC in river water of Ganga has been used to understand the dissolved inorganic carbon sources into the river. The river Ganga (2500 km) is the largest river of the Indian subcontinent which originates from the Gangotri glacier and drains into Bay of Bengal through its vast delta in the Sunderban. The $d^{13}C_{DIC}$ of river water were measured from source (Gomukh) to sink (Bay of Bengal) of the river Ganga for pre and post-monsoon period. The seasonal variation in the $d^{13}C_{DIC}$ shows enriched isotopic values in pre-monsoon compared to post-monsoon samples, indicating increased biological activities in the riverine system during pre-monsoon. A varied enrichment factor in the $d^{13}C_{DIC}$ values were observed for upper, middle and lower stretch of the river Ganga which might be indicating different sources contributing water in different stretch of the river Ganga. The $d^{18}O$ value of river water, ground water and rain water were used to delineate the different sources of water into the river Ganga. The water budget of the river Ganga shows high glacier melt in the upper stretch, high ground water influx in middle stretch and high rain water input in lower stretch of the river Ganga.

On similar note, the dissolved form of nitrogen in river water (NO_3^-) also significantly impacts the riverine as well as costal ecosystem. The increased influx of nitrate changes the competition between species causing disruption in the biological diversity. The lower stretch of the river Ganga receives maximum rain water input; therefore the region becomes prone to pollutant as result of surface runoff from the catchment areas. The isotopic composition of dissolved nitrate in water can be used to delineate the sources of NO_3^- into the riverine system. The $d^{15}N$ and $d^{18}O$ of the dissolved nitrate in river water from the lower stretch (Kolkata) of the river Ganga indicates the input of anthropogenic activities (pollutant) to river water. The data indicates manure from septic pipe lines as major source of dissolved nitrate present in the river Ganga.

Keywords: DIC, Ganga river, nitrate isotope, India

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-BG 地球生命科学・地圏生物圏相互作用

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 201A 2F

[B-BG01] Elemental cycling in terrestrial and coastal ecosystems- Carbon and Nitrogen perspectives

コンビーナ:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)、座長:Punyasloke Bhadury(Indian Institute of Science Education and Research Kolkata)

Biogeochemical cycling of carbon and nitrogen hold the key to cropping cycle, monsoonal patterns and climate globally. Biological communities that make up the biosphere are essential for cycling of carbon and nitrogen and their functions are regulated by numerous factors including redox conditions, trace metal availability, and energy sources. At the same time temporal and spatial variability of biological communities such as those observed in microbes strongly affect the rate of carbon and nitrogen cycling in various environments including land and marine systems. In this session, submissions are welcomed from scientists including early career scientists working on various aspects of carbon and nitrogen cycling across terrestrial, coastal and oceanic environments. Submissions are also encouraged addressing challenges related to estimation of carbon and nitrogen budgets representing local, regional and global scales.

15:30 ~ 15:35

Introduction

15:35 ~ 16:00

[BBG01-01] **Modelling nitrogen and carbon cycles in Hooghly estuary along with adjacent mangrove ecosystem**

★Invited Papers

*Santanu Ray[1] (1.Systems ecology and ecological modelling laboratory, Dept. of Zoology, Visva-Bharati University, Santiniketan 731235, India)

16:00 ~ 16:15

[BBG01-02] ^{17}O-rich nitrate as a tracer for constraining nitrogen transformations in coastal sediments

*Chawalit Charoenpong[1,2]、Scott D Wankel[2]、Carolyn Buchwald[3,2]、Wiebke Ziebis[4] (1.Chulalongkorn University、2.Woods Hole Oceanographic Institution、3.Dalhousie University、4.University of Southern California)

16:15 ~ 16:30

[BBG01-03] **Exploring changes in bacterioplankton community structure in response to tannic acid, a major component of litterfall, in a mangrove ecosystem: a laboratory mesocosm approach**

*Anwesha Ghosh[1] (1.Integrative Tax Microb Ecol Res Group, Dept. of Biol Sci, IISERK)

16:30 ~ 16:45

[BBG01-04] **Diel variations of dissolved inorganic carbon in the Pearl River plume and the northern South China Sea shelf upwelling during summer**

*Wei-Jen Huang[1]、Kai-Jung Kao[1]、Yu-Shih Lin[1]、James T. Liu[1]、Chen-Tung Arthur Chen[1] (1.National Sun Yat-sen University)

16:45 ~ 17:00

[BBG01-05] **Spatial and vertical variations of carbon and nitrogen isotopes of larch forest and NDVI in Eastern Siberia**

*Aleksandr Nogovitcyn[1]、Atsuko Sugimoto[2]、Ruslan Shakhmatov[1]、Tomoki Morozumi[1]、Shunsuke Tei[2]、Yumiko Miyamoto[2]、Trofim Maximov[3,4] (1.Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, Japan、2.Arctic Research Center, Hokkaido University, Sapporo,

Hokkaido, Japan、3.Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Blanch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Yakutia, Russia、4.International Center for Biogeoscience Educational and Scientific Trainings (BEST), North-Eastern Federal University, Yakutsk, Yakutia, Russia)

Modelling nitrogen and carbon cycles in Hooghly estuary along with adjacent mangrove ecosystem

*Santanu Ray[1]

1. Systems ecology and ecological modelling laboratory, Dept. of Zoology, Visva-Bharati University, Santiniketan 731235, India

Hooghly estuary of India is very rich in natural resources and receives large amountof nutrients through litterfall from adjacent mangrove forest. Nitrogen and carbon as important nutrients occur in various forms and plays a crucial role in the regulation of productivity in this estuarine system. Modelling of nitrogen and carbon dynamics from mangrove litterfall and particularly the release of dissolved inorganic nitrogen and carbon in this estuarine system is important because of their roles in augmenting growth of phytoplankton and other higher plants and all other biological components of grazing food chain. Considering the importance of nitrogen and cabron, two dynamic models both with seven compartmentsare proposed. In these models, nitrogen and carbon of the mangrove litterfall are considered as source and its conversion into different organic and inorganic forms are considered as state variables. Some physical and chemical factors and also rate parameters such as nitrogen fraction of litter biomass, litter biomass, redox potential, soil temperature, conversion rates of nitrogen of one form to another form, phytoplankton uptake rate of dissolved inorganic nitrogen and carbon, dissolved oxygen, water temperature and water pH are considered as graph-time functions in this model. These data are collected over two years from field works and experiments. Other rate parameters are calibrated following standard procedure. Sensitivity analysis is performed before calibration. Model simulation results are properly validated with observed data. Sensitivity analysis reveals that the leaching rate of soil organic nitrogen to total organic nitrogen of water and loss rate of soil organic nitrogen as humic acid and fulvic acids are very sensitive parameters in this system. Redox potential plays an important role in the conversion of soil total nitrogen to soil inorganic nitrogen whereas soil temperature is considered to be key factor regulating the microbial activity for the conversion of soil organic nitrogen to soil inorganic nitrogen. Similarly inwater, total organic nitrogen of water including dissolved organic nitrogen and particulate organic nitrogen is dependent on soil organic nitrogen. The dissolved organic nitrogen, particulate organic nitrogen and soil inorganic nitrogen ultimately get converted into dissolved inorganic nitrogen and accumulated in water which is taken by phytoplankton and microflora as minerals.For carbon cycle model results show seasonal variations of litterfall and which is the main source of SOC pool and ultimately transportedto the estuary. Other than litterfall, the death of organisms in soil and water enriches the SOC and POC respectively. pH of water is governing factor and depending on this factor, DIC is converted to DCO_2 and DBC, which are taken up by phytoplankton during photosynthesis. Mineralization rate of SOC to SIC and uptake rate of DCO_2 and DBC are the sensitive parameters.

Keywords: Dynamic models, litterfall, inorganic, organic, tropical estuary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modelling nitrogen and carbon cycles in Hooghly estuary along with adjacent mangrove ecosystem

Santanu Ray
[1]Ecological Modelling Laboratory, Department of Zoology, Visva-Bharati University, Santiniketan 731235, India
[2]Department of Environmental Science, Burdwan University, Burdwan, India

Abstract

Hooghly estuary of India is very rich in natural resources and receives large amountof nutrients through litterfall from adjacent mangrove forest. Nitrogen and carbon as important nutrients occur in various forms and plays a crucial role in the regulation of productivity in this estuarine system. Modelling of nitrogen and carbon dynamics from mangrove litterfall and particularly the release of dissolved inorganic nitrogen and carbon in this estuarine system is important because of their roles in augmenting growth of phytoplankton and other higher plants and all other biological components of grazing food chain. Considering the importance of nitrogen and cabron, two dynamic models both with seven compartmentsare proposed. In these models, nitrogen and carbon of the mangrove litterfall are considered as source and its conversion into different organic and inorganic forms are considered as state variables. Some physical and chemical factors and also rate parameters such as nitrogen fraction of litter biomass, litter biomass, redox potential, soil temperature, conversion rates of nitrogen of one form to another form, phytoplankton uptake rate of dissolved inorganic nitrogen and carbon, dissolved oxygen, water temperature and water pH are considered as graph-time functions in this model. These data are collected over two years from field works and experiments. Other rate parameters are calibrated following standard procedure. Sensitivity analysis is performed before calibration. Model simulation results are properly validated with observed data. Sensitivity analysis reveals that the leaching rate of soil organic nitrogen to total organic nitrogen of water and loss rate of soil organic nitrogen as humic acid and fulvic acids are very sensitive parameters in this system. Redox potential plays an important role in the conversion of soil total nitrogen to soil inorganic nitrogen whereas soil temperature is considered to be key factor regulating the microbial activity for the conversion of soil organic nitrogen to soil inorganic nitrogen. Similarly inwater, total organic nitrogen of water including dissolved organic nitrogen and particulate organic nitrogen is dependent on soil organic nitrogen. The dissolved organic nitrogen, particulate organic nitrogen and soil inorganic nitrogen ultimately get converted into dissolved inorganic nitrogen and accumulated in water which is taken by phytoplankton and microflora as minerals.For carbon cycle model results show seasonal variations of litterfall and which is the main source of SOC pool and ultimately transportedto the estuary. Other than litterfall, the death of organisms in soil and water enriches the SOC and POC respectively. pH of water is governing factor and depending on this factor, DIC is converted to DCO_2 and DBC, which are taken up by phytoplankton during photosynthesis. Mineralization rate of SOC to SIC and uptake rate of DCO_2 and DBC are the sensitive parameters

Keywords: Dynamic models; litterfall; inorganic; organic; tropical estuary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

^{17}O-rich nitrate as a tracer for constraining nitrogen transformations in coastal sediments

*Chawalit Charoenpong[1,2], Scott D Wankel[2], Carolyn Buchwald[3,2], Wiebke Ziebis[4]

1. Chulalongkorn University, 2. Woods Hole Oceanographic Institution, 3. Dalhousie University, 4. University of Southern California

Coastal sediments are often replete in organic matter and exhibit sharp gradient in redox conditions. In addition, the oxic-anoxic interfaces are often around a few centimeters if not less below the sediment surface. This make this environment poised to harbor both oxidative and reductive nitrogen transformations. As such, the use of a single or a couple of isotope-labeling tracers to determine the rates of these many processes might suffer from the systems being underconstrained. In this work, we demonstrate how naturally-occurring, ^{17}O-rich nitrate can aid in the studying these complex systems through the ability to follow the transformations of added nitrate (NO_3^-) into other different pools of N-species and closely investigate the triple isotopic compositions (δ^{15}N, δ^{18}O, and Δ^{17}O). While we followed five different pools of N-species namely NO_3^-, NO_2^-, N_2O, NH_4^+, and total reduced N (NH_4^+ plus DON), we chose to focus this work on the intermediate nitrite, NO_2^-. For all intact flow-through core incubations done on the sediments collected from Sylt Island, Germany, sediments acted as sources for NO_2^- in all experimental manipulations including sediment type, dissolved oxygen level, and NO_3^- loading. Unlike in the environments that are solely driven by reductive processes where the changes in δ^{15}N and δ^{18}O are coupled, the co-occurrence of both oxic and anoxic in the sediments such as ones from this study cause the δ^{15}N and δ^{18}O to decouple primarily because O is often subject to more processes than N. By using three isotope systems along with the change in concentrations, we demonstrate how we can use a natural abundance appraoch and rely on a series of mathematical equations to solve for different N transformation rates.

Keywords: nitrogen, isotope, 17O, sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring changes in bacterioplankton community structure in response to tannic acid, a major component of litterfall, in a mangrove ecosystem: a laboratory mesocosm approach

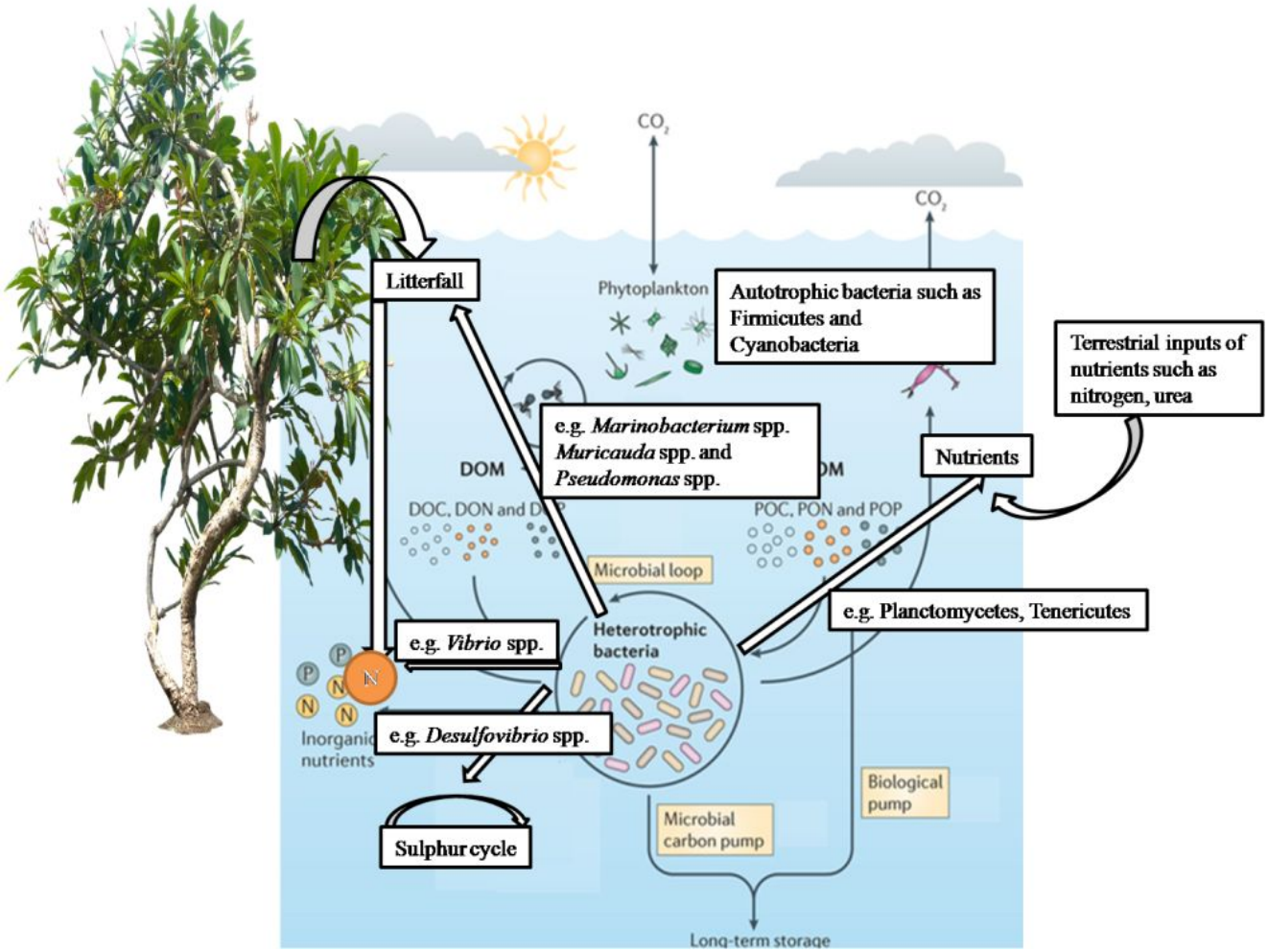
*Anwesha Ghosh[1]

1. Integrative Tax Microb Ecol Res Group, Dept. of Biol Sci, IISERK

Litterfall constitutes a major source of allochthonous matter for bacterioplankton communities in estuarine mangroves. Tannic acid, an abundant component of mangrove litterfall, leaches out and contributes substantially to DOC and DOM pools of the adjacent estuaries. About 50% of mangrove litterfall maybe degraded and channelized into the marine microbial loop. Estuarine conditions of Sundarbans, world’ s largest contiguous mangrove, was mimicked in a laboratory mescocosm set-up using barrels to understand the influence of tannic acid on bacterioplankton communities. Estuarine water from a station, Stn3 of Sundarbans Biological Observatory Time Series (SBOTS) was enriched with tannic acid and the change in functional bacterioplankton community structure was analysed on the start (Day 0), intermediate (Day 7) and end (Day 15) of the experiment. Bacterioplankton community structure was elucidated by sequencing the V3-V4 region of 16S rRNA on an Illumina MiSeq platform. Concentration of tannic acid, gallic acid, trace elements, dissolved nutrients such as nitrate and *ortho* -phosphate along with hydrological parameters were determined on a daily basis. Degradation of tannic acid was tracked by decrease in concentration of tannic acid and generation of gallic acid, one of the final products of tannic acid degradation. Tannic acid was shown to significantly affect the concentration of dissolved nitrate and trace elements in the barrels. Proteobacteria was found to be the most dominant bacterial phylum in Control and tannic acid enriched barrels (Barrel 1 and 2) on Day 0. With the progression of experiment, the abundance of Proteobacteria decreased significantly in the Control barrel indicating the dependence of this phylum on steady flux of nutrients. The abundance of Proteobacteria in the tannic acid enriched barrels remained high indicating that members of Proteobacteria may be capable of using tannic acid as a source of carbon and nitrogen. Tannic acid appeared to inhibit other bacterioplankton phyla including Actinobacteria, Acidobacteria and Verrucomicrobia that existed in large abundance in the Control barrel on Day 15 but were absent in the tannic acid enriched barrels. At class level, Bacteroides was found to be present in highest abundance in the tannic acid enriched barrels. Bacteroides are capable of breaking down tannic acid using tannase as an enzyme. This experiment indicated that bacterioplankton communities of Sundarbans could harbour genes necessary for breakdown of complex components of litterfall and recycle them into the marine microbial loop. Breakdown of tannic acid could influence the marine nitrogen and carbon cycling by releasing DON and DOC respectively into the adjacent estuaries. An understanding of the breakdown of tannic acid and other components of mangrove litterfall and its influence on the resident biological communities of estuarine mangroves could be essential for our understanding of functioning of coastal ecosystems.

Keywords: bacterioplankton, mangrove, litterfall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Diel variations of dissolved inorganic carbon in the Pearl River plume and the northern South China Sea shelf upwelling during summer

*Wei-Jen Huang[1], Kai-Jung Kao[1], Yu-Shih Lin[1], James T. Liu[1], Chen-Tung Arthur Chen[1]

1. National Sun Yat-sen University

Strong river-to-sea mixing, stratification, and coastal eutrophication are usually observed on a plume dominated-continental shelf, but the effects of diel variations and upwelling on the carbonate system are still unclear on the northern South China Sea continental shelf. The Pearl River plume and upwelling at the northern South China Sea were surveyed at the near-field (1 day), the mid-field (6 days), and the far-field sites (1day) along the plume trajectory. We sampled total alkalinity (TA) and dissolved inorganic carbon (DIC) and calculated buffer capacity at the near-surface and near-bottom waters. We also estimated primary productivity (PP, based on $d^{13}C$) at the near-field site and calculated net community productivity (NCP) in the mid-field site after removing the mixing effect. At this plume-upwelling hybrid system, lower salinity, TA, and DIC value and higher buffer capacity and NCP were observed in the near-surface water than the values in the near-bottom water. A good correlation between the common logarithm of light intensity and PP was observed; suggesting that the diel variation of PP was dominated by day-night light cycle. Moreover, the changes of net biological uptake (36% to 76%) were higher than the changes of salinities (3% to 8%) during the subsurface upwelling (from development, maxima, and decline stages at the middle-field site). We suggest that respiration-associated biological activities in addition to PP and physical mixing dominated the near-surface water during subsurface upwelling. Finally, at this coupled plume and upwelling system, the diel variation of carbonate system can be dominated by PP induced by periodic sunlight cycle and further affected by respiration strengthened by intensive upwelling.

Keywords: Pearl River plume, inorganic carbon, upwelling, CO2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial and vertical variations of carbon and nitrogen isotopes of larch forest and NDVI in Eastern Siberia

*Aleksandr Nogovitcyn[1], Atsuko Sugimoto[2], Ruslan Shakhmatov[1], Tomoki Morozumi[1], Shunsuke Tei[2], Yumiko Miyamoto[2], Trofim Maximov[3,4]

1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, Japan, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, Japan, 3. Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Siberian Blanch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Yakutia, Russia, 4. International Center for Biogeoscience Educational and Scientific Trainings (BEST), North-Eastern Federal University, Yakutsk, Yakutia, Russia

Under a global climate change, taiga forest ecosystem is expected to change. Tree ring data obtained at northeast Siberian Taiga indicated tree growth decrease during warm climate (Tei et al., 2014), consequently primary production may decrease in the future. As tools for monitoring ecosystem changes, stable isotope of carbon $\delta^{13}C$ and nitrogen $\delta^{15}N$ are widely applied in ecological research. The $\delta^{13}C$ is a common proxy for water use efficiency in plants, and the $\delta^{15}N$ is for nitrogen availability that is important because boreal forest on permafrost is usually poor in the nitrogen (Popova et al., 2013).

Observations were conducted at Spasskaya Pad forest station (62°25’ N, 129°62’ E) near Yakutsk, Russia. The forest is usually dry, but after the extreme wet event in 2007, wet sites were distributed in the forest. Transect (60m x 510m) with 30m x 30m plots, in total 33, was set including dry sites and wet sites, to obtain needle samples from 104 trees at the height of 5-6 m were obtained in order to investigate spatial variations in $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and N contents. These spatial variations were compared with satellite-derived Normalized difference vegetation index (NDVI) using Landsat images with the resolution of 30 m. Lower NDVI and lower foliar N content were observed at wet sites than those at dry sites. A high $\delta^{13}C$ and high $\delta^{15}N$ were also observed at a wet site. After extreme wet event happened, ecosystem (and N availability) changes and NDVI also changes. We also obtained the needles from two trees at different heights in a jungle gym to investigate the vertical variations in $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$. There were large differences in $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$ and N contents vertically.

Tei, S., A. Sugimoto, H. Yonenobu, T. Ohta, T. C. Maximov. Growth and physiological responses of larch trees to climate changes deduced from tree-ring widths and $\delta^{13}C$ at two forest sites in eastern Siberia. *Polar Science*, 8, 183-195, doi:10.1016/j.polar.2013.12.002, 2014

Popova A.S., N. Tokuchi, N. Ohte, M.U. Ueda, K. Osaka, T.Ch. Maximov and A. Sugimoto. Nitrogen availability in the taiga forest ecosystem of northeastern Siberia. *Soil Science and Plant Nutrition*, 59, 427-441, doi:10.1080/00380768.2013.772495, 2013

Keywords: taiga (boreal) forest, NDVI, carbon isotope, nitrogen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | A07 東京ベイ幕張ホール

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)、座長:黒柳 あずみ(東北大学)、Kan Hsiung(海洋研究開発機構)

これまでに実施された科学掘削データ・試料の解析・分析結果などの研究成果の報告と、今後の科学掘削計画に関する最新情報の紹介を目的とする。固体地球科学、古環境学、地球生命科学などの様々な分野からの成果を共有し、科学掘削を基軸とした学際的研究を推進する。最近１年間に実施されたICDPプロジェクトとIODP航海の概要報告を中心に、これまでに実施された掘削航海に関連して得られた最新研究成果と、今後数年間に具体化される科学掘削計画、掘削科学に関連する新規手法や技術開発研究等の報告を歓迎する。

9:00 ~ 9:15

[MIS02-01] 南シナ海IODP Exp.367 U1499における浮遊性有孔虫生層序

*古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学　総合理工学研究科)

9:15 ~ 9:30

[MIS02-02] High heat with slow cooling of rift margin in the South China Sea, IODP Exp.368

*坂口 有人[1,2]、大園 宣明[1]、中野 敬太[1] (1.山口大学、2.海洋研究開発機構)

9:30 ~ 9:45

[MIS02-03] 酸化的な遠洋性堆積物中に存在する大量の微小マンガン粒について（IODP Exp. 329）

*浦本 豪一郎[1,2]、諸野 祐樹[2]、富岡 尚敬[2]、若木 重行[2]、中田 亮一[2]、和穎 朗太[3]、上杉 健太朗[4]、竹内 晃久[4]、星野 真人[4]、鈴木 芳生[4,5]、光延 聖[6]、白石 史人[7]、菅 大暉[5]、武市 泰男[8]、高橋 嘉夫[5]、稲垣 史生[2] (1.高知大学、2.海洋研究開発機構、3.農業・食品産業技術総合研究機構、4.高輝度光科学研究センター、5.東京大学、6.愛媛大学、7.広島大学、8.高エネルギー加速器研究機構)

9:45 ~ 10:00

[MIS02-04] **Regional stratigraphic framework, Gas Hydrate occurrence and distribution of National Gas Hydrate Program Expedition 02 (NGHP-02) Area-B, offshore eastern India**

*熊 衍昕[1]、斎藤 実篤[1]、金松 敏也[1]、真田 佳典[1]、山田 泰広[1]、MOE KYAW[1]、濱田 洋平[1]、中村 恭之[1]、呉 泓昱[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[MIS02-05] Fluid flow and diagenetic process in frontal thrust zone off Cape Muroto in the Nankai Trough

*井尻 暁[1]、若木 重行[1]、西尾 嘉朗[2]、濱田 洋平[1]、石川 剛志[1]、稲垣 史生[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.高知大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS02-06] Recent progress and perspective on paleomagnetism by means of deep-sea drilling

*山崎 俊嗣[1]、山本 裕二[2]、金松 敏也[3]、熊谷 祐穂[4]、中村 教博[4] (1.東京大学大気海洋研究所、2.高知大学海洋コア総合研究センター、3.海洋研究開発機構、4.東北大学)

南シナ海IODP Exp.367 U1499における浮遊性有孔虫生層序
Planktonic foraminiferal biostratigraphy in the South China Sea IODP Exp. 367 U 1499

*古澤 明輝[1]、林 広樹[1]
*Akira Furusawa[1], Hiroki Hayashi[1]

1. 島根大学　総合理工学研究科
1. Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Shimane University

南シナ海は世界でもっとも暖かい海域として知られているWPWP（western Pacific warm pool）の直上にあたり，生物進化の起点として数多くの研究が行われている．その為，IODP(International Ocean Discovery Program)などの国際的な研究が盛んな地域でもある．

南シナ海におけるIODP Exp.367次航海で私は微古生物学者として乗船し研究を行った際の船上分析においてコアキャッチャー試料から幾つかの浮遊性有孔虫生層序の認定を行った．私は航海を終えて試料を持ち帰り，掘削されたU 1499コアから得られた試料に基づいて浮遊性有孔虫化石を用いてより詳細な年代順序の考察を行った．調査対象としたのは私の主な研究範囲である0～5Maの範囲であり，コア長としては0～約300ｍの区間である．私は，その区間中の1H1W-35X7Wまでの227試料を観察し，年代指標種の確認を行った．その結果，船上研究の時点よりも数多くの年代基準面を認定することができた．しかし，それらの結果を使用していくのには同時に問題点も多く見つかった．その問題点とは，いくつかの層準で確認できた生層序に矛盾する点が存在してしまうことである．私はその問題を解決する為に，近隣海域での先行研究である（Tian et al ,.2008）の結果との比較や，ODP leg 184の試料を取り寄せ実際に観察することで，解決の糸口を検討した．

本発表はその成果の一部をを報告する為に行うものである．

キーワード：国際深海科学掘削計画（IODP）、浮遊性有孔虫生層序
Keywords: International Ocean Discovery Program: IODP, Planktonic foraminiferal biostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High heat with slow cooling of rift margin in the South China Sea, IODP Exp.368

*坂口 有人[1,2]、大園 宣明[1]、中野 敬太[1]
*Arito Sakaguchi[1,2], Nobuaki Osono[1], Keita Nakano[1]

1. 山口大学、2. 海洋研究開発機構
1. Yamaguchi Univ., 2. JAMSTEC

The cooling rate of the crust may depend on thermal setting including heat source, heat transportation system and thermal properties. The heat flow of the ocean plate decreases with reversed root of the plate age, and this implies that the plate tectonics is thermo dynamic system. Thermal analysis can be applied to more complex tectonic region such as marginal sea and continental divisions.

The IODP Exp. 368 has carried out at the Paleogene South China Sea, and the sediment must record thermal history of the formation of rift margin. The site U1501 is located at the most landward outer margin high of the continent-ocean transition of the rift zone. It is expected that the sediment records thermal history of initial stage of rifting. During the cruise, early Oligocene to late Eocene sediment was cored to 697 m, and high geothermal gradient of 81.4˚C/km was obtained using in-situ temperature measurement (Jian et al., 2018). The terrigenous sediment of this core includes many vitrinite fragment, and its reflectance is sensitive geo-thermometer for sediment.

The result of vitrinite reflectance from 0.21 to 0.34 % are obtained from 340 to 510 mbsf. The estimated maximum paleo-temperature is from approximately 27 to 70˚C, and obtained paleo-geothermal gradient is >250˚C/km. This is higher than present measurement value, and quite higher than world average value of the crust. In case of hot basement covers with thin sediment, apparent geo-thermal gradient gets higher, and thickening history of sediment can be measured from the deposition rate of 11mm/Ky in average (Jian et al., 2018). To satisfy the obtained vitrinite reflectance profile, this site must cool by 2.8% in million years. This cooling rate is much slower than general rate of reversed root of the plate age. This might be due to heat being transferred for a long time or being warmed by the cover sediment layer.

キーワード：リフト帯、地殻熱流量、冷却レート、ジョイデスレゾリューション号、ビトリナイト反射率、南シナ海
Keywords: Rift margin, heat flow, cooling rate, Joides Resolution, vitrinite reflectance, South China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

酸化的な遠洋性堆積物中に存在する大量の微小マンガン粒について（IODP Exp. 329）

Abundant ferromanganese microparticles in oxic pelagic sediments (IODP Exp. 329)

*浦本 豪一郎[1,2]、諸野 祐樹[2]、富岡 尚敬[2]、若木 重行[2]、中田 亮一[2]、和穎 朗太[3]、上杉 健太朗[4]、竹内 晃久[4]、星野 真人[4]、鈴木 芳生[4,5]、光延 聖[6]、白石 史人[7]、菅 大暉[5]、武市 泰男[8]、高橋 嘉夫[5]、稲垣 史生[2]

*Go-Ichiro Uramoto[1,2], Yuki Morono[2], Naotaka Tomioka[2], Shigeyuki Wakaki[2], Ryoichi Nakada[2], Rota Wagai[3], Kentaro Uesugi[4], Akihisa Takeuchi[4], Masato Hoshino[4], Yoshio Suzuki[4,5], Satoshi Mitsunobu[6], Fumito Shiraishi[7], Hiroki Suga[5], Yasuo Takeichi[8], Yoshio Takahashi[5], Fumio Inagaki[2]

1. 高知大学、2. 海洋研究開発機構、3. 農業・食品産業技術総合研究機構、4. 高輝度光科学研究センター、5. 東京大学、6. 愛媛大学、7. 広島大学、8. 高エネルギー加速器研究機構

1. Kochi University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. National Agriculture and Food Research Organization, 4. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, 5. University of Tokyo, 6. Ehime University, 7. Hiroshima University, 8. High Energy Accelerator Research Organization

マンガンは地殻に存在する金属元素の中で鉄、チタンに次いで存在量が多く、また、酸化還元状態のような化学的な環境変化に反応して希少金属を伴って沈殿物を形成または分解するため、環境中での金属元素の挙動を理解する上で、重要な元素として注目されてきた。深海底ではマンガン団塊やコバルトリッチクラストのような球状ないし板状の金属酸化物として広く存在し、近年はその成因について調査研究が進められている。ただし、鉄マンガン酸化物の生成が大規模に生じていると考えられる広大な外洋環流域海底下の酸化的な地層環境内で、どのように鉄マンガン酸化物が存在するか、その実態は分かっていなかった。

本研究は、統合国際深海掘削計画第329次航海で得られた南太平洋環流域の酸化的な海底堆積物 [1] の微細構造を詳しく調べた結果、直径数ミクロンの鉄マンガン酸化物微粒子（以下「微小マンガン粒」）が、堆積物1ccあたり1億～10億個存在することを発見した [2]。微小マンガン粒は、外洋域の酸素に富む堆積物にのみ見つかり、外洋地層全体での存在量を計算した結果、10^{28}～10^{29}個の微小マンガン粒が海底下に存在することが分かった。さらに、比重分画と鉱物の光学的性質から、こうした微粒子を堆積物から分離する技術を確立した。その上で主要・微量元素の組成を分析した結果、微小マンガン粒は海水中で形成されたことが示唆され、鉄やマンガン等の主要金属元素だけでなく、レアアースのような有用希少金属を多く含むことが分かった。特にマンガンについては、地層中に含まれるマンガンの30～60%、重さにして1.28～7.62 兆トンのマンガンに相当することが明らかとなった。これは、海底表層のマンガン団塊やコバルトリッチクラストに含まれるマンガン総量の100～1000倍に相当し、膨大なマンガンが微粒子状の形で海底下に埋もれていることを示している。以上から、これまで存在すら知られていなかった金属酸化物の微粒子が、海洋での金属元素循環や物質保持メカニズムを理解する上で重要な役割を果たすことが明らかなった。また、本研究で確立した環境試料から特定の微細粒子を精密かつ高速に分離・回収する技術は、今後、微粒子解析の基礎技術として、様々な応用展開が期待される。

[1] D’Hondt, S., Inagaki, F., Zarikian, C. A., Abrams, L. J., Dubois, N., Engelhardt, T., Evans, H., Ferdelman, T., Gribsholt, B., Harris, R. N., Hoppie, B. W., Hyun, J.-H., Kallmeyer, J., Kim. J., Lynch, J. E., McKinley, C. C., Mitsunobu, S., Morono, Y., Murray, R. W., Pockalny, R., Sauvage, J., Shimono, T., Shiraishi, F., Smith, D. C., Smith-Duque, C., Spivack, A. J., Steinsbu, B. O., Suzuki, Y., Szpak, M., Toffin, L., Uramoto, G., Yamaguchi, T. Y., Zhang, G., Zhang, X.-H., and Ziebis, W. Presence of oxygen and aerobic communities from seafloor to basement in deep-sea sediment. *Nature Geosciences,* 8(4), 299-304, 2015.

[2] Uramoto, G.-I., Morono, Y., Tomioka, N., Wakaki, S., Wagai, R., Uesugi, K., Takeuchi, A., Hoshino, M., Suzuki, Y., Shiraishi, F., Mitsunobu, S., Suga, H., Nakada, R., Takeichi, Y., Takahashi, Y., and Inagaki, F.,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Significant contribution of subseafloor microparticles to the global manganese budget. *Nature Communications*. **10**, 400, https://doi.org/10.1038/s41467-019-08347-2, 2019

キーワード：微小マンガン粒、酸化的堆積物、IODP第329次航海
Keywords: Mn-microparticle, oxic pelagic clay, IODP Exp. 329

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Regional stratigraphic framework, Gas Hydrate occurrence and distribution of National Gas Hydrate Program Expedition 02 (NGHP-02) Area-B, offshore eastern India

*熊 昕[1]、斎藤 実篤[1]、金松 敏也[1]、真田 佳典[1]、山田 泰広[1]、MOE KYAW[1]、濱田 洋平[1]、中村 恭之[1]、呉 泓昱[1]
*KanHsi Hsiung[1], Saneatsu Saito[1], Toshiya Kanamatsu[1], Yoshinori Sanada[1], Yasuhiro Yamada[1], KYAW MOE[1], Yohei Hamada[1], Yasuyuki Nakamura[1], HungYu Wu[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Gas hydrates, one of the important resources for the future energy, are abundant in nature existing in a wide variety of forms in land and marine environments. Krishna-Godavari Basin was formed along the rifted eastern continental margin of India in the Late Jurassic to Early Cretaceous, receiving amount sediments with numerous tilted fault blocks and growth faults. The offshore Krishna–Godavari Basin is considered a potential gas hydrate province as well as the presence of bottom-simulating-reflectors. The Indian National Gas Hydrate Program Expedition 02 (NGHP-02) was designed to study the occurrence of gas hydrate along the margin. Area-B of NGHP-02 contains important world-class gas hydrate accumulations and represent ideal sites for the consideration of future gas hydrate production testing. The primary goal was to explore for highly saturated gas hydrate occurrences and distribution in seismic reflectors that would become targets for future production tests.

Twelve holes were logged and measured with logging-while-drilling (LWD) and five holes were cored in Area-B of NGHP-02. This study summarized the log- and litho-units in Area-B and establish the Integrated-Units A, B and C based on the data from twelve LWD and five coring sites in Area-B. Most of the downhole log and core inferred gas hydrate occurrences are in the Late Miocene Integrated-Unit B with several sets of reservoir sections exhibiting favorable conditions for hosting gas hydrate. Based on the core-log-seismic integration, the LWD and coring results in Area-B helped to understand the geological significance of sequence stratigraphy in Krishna-Godavari Basin and identified the occurrence of gas hydrate. The thickness variations associated with the Reflectors R1 and R2 are possibly associated with the development anticlinal structure and are likely related to syn-sedimentary growth of the folding structures. Major gas hydrate zones exist in and around the Reflectors R1 and R2 near the BSR depth, and mostly have coincident with the fractures and mass-transport deposits. The Hydrate-bearing intervals can be identified by resistivity and sonic velocity logs and classified into pore-filling type, fracture-filling type, and a mixture of pore- and fracture-filling types based on borehole image characteristics. In addition, the spatial distribution of gas hydrate in the Reflectors R1 and R2 reservoirs is highly influenced by the anticlinal structure.

キーワード：NGHP-02、Krishna-Godavari Basin、Logging-while-drilling、Gas hydrate occurrence、Core-log facies analysis、D/V Chikyu
Keywords: NGHP-02, Krishna-Godavari Basin, Logging-while-drilling, Gas hydrate occurrence, Core-log facies analysis, D/V Chikyu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fluid flow and diagenetic process in frontal thrust zone off Cape Muroto in the Nankai Trough

*井尻 暁[1]、若木 重行[1]、西尾 嘉朗[2]、濱田 洋平[1]、石川 剛志[1]、稲垣 史生[1]
*Akira Ijiri[1], Shigeyuki Wakaki[1], Yoshiro Nishio[2], Yohei Hamada[1], Tsuyoshi Ishikawa[1], Fumio Inagaki[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 高知大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kochi University

During the International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 370 “Temperature Limit of the Deep Biosphere off Muroto” (T-Limit) in 2016, the drilling was conducted at the protothrust zone in the Nankai Trough off Cape Muroto by using the D/V *Chikyu*, which penetrated the plate boundary fault (dé collement) between 758.2 and 796.4 meters below seafloor (mbsf) and recovered the accretionary deposits down to the basement. Expedition 370 aimed to explore the limits of subseafloor life and the biosphere where temperature exceeds the known temperature maximum of microbial life (~120ºC) at the sediment/basement interface at ~1.2 km below seafloor. Within the protothrust zone, it is thought that deep sourced water and energy, which are necessary for maintaining microbial activities, are supplied by fluid flow through faults. In order to clarify the origin and migration paths of the fluid, we analyzed the stable hydrogen and oxygen isotopic composition of water (δ D and δ^{18}O), the isotopic compositions of $^{87}Sr/^{86}Sr$ and $^{7}Li/^{6}Li$ ratios of the porewaters, and compared those isotopic compositions to the chemical compositions of porewater analyzed on-board. The previous study of the in-situ strength of sediments using drilling parameters shows that there are mechanically strong (potential impermeable layers) and weak (potential fluid pathway) zones at 602–648 mbsf and 800–1050 mbsf, respectively. The especially weak zone is observed between 836 and 870 mbsf. The concentration of chloride ion (Cl^-) suddenly decreases from 530 mM at ~600 mbsf to 480 mM at ~660 mbsf, below which it slightly decreases with depth and shows the minimum value of 450 mM at around ~950 mbsf. The concentration again increases from ~460 mM at ~1000 mbsf to ~550 mM, which is similar to the seawater value, at 1126 mbsf (just above the basement rock). The decrease of Cl^-concentration suggests that the dilution of the original porewater by the addition of fresh water. The depth profiles of δ D and δ^{18}O show the trends corresponding to that of Cl^-. The δ D value scatters in the range from −12 to −8‰ between 600 and 940 mbsf, and shows the minimum value of −12‰ around ~940 mbsf, below which it increases to −4‰ at 1126 mbsf. The δ^{18}O value increases from −4‰ at ~600 mbsf to −1.5‰ at ~800 mbsf with depth. Then the value increases to −0.6‰ at ~960 mbsf. Below the depth, it decreases to −1.2‰ at 1126 mbsf. The decrease of δ D and increase of δ^{18}O accompanied with the depletion of Cl^-between ~600 and ~1000 mbsf suggest the addition of freshwater derived from in-situ clay mineral dehydration and the lateral fluid flow. The sharp decrease of the Cl^-concentration between ~600 and ~650 mbsf suggests that the sediments at this interval is a boundary of low permeability, corresponding to the mechanically strong zone estimated by the drilling parameters. Around décollement (758.2–796.4 mbsf), no remarkable changes were observed in chemical compositions in porewater. Instead, the vicinity of ~900 to ~1000 mbsf, where the lowest Cl^-concentration was observed, is probably associated with the main fluid pathway at present. On the other hand, the depth profiles of the isotopic compositions of Sr and Li as well as their concentrations were not corresponding to that of the Cl^-concentration. The maximum concentrations of Sr and Li, ~620 μM and ~790 μM, respectively, were observed at ~1080 mbsf, together with the high $^{87}Sr/^{86}Sr$ and the lowest $^{7}Li/^{6}Li$ ratio. The high concentration of Li and low δ^{7}Li around ~1080 mbsf indicate that the fluid was experienced by relatively high temperature conditions; i.e., presumably the deep sourced fluid. The discrepancy between the depth profile of $Cl^-$and those of Li and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sr suggests that there is (or was) another fluid pathway at the vicinity around ~1080 mbsf.

キーワード：付加体先端部、流体移動、間隙水化学
Keywords: ptotothrust zone, fluid flow, porewater chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent progress and perspective on paleomagnetism by means of deep-sea drilling

*山崎 俊嗣[1]、山本 裕二[2]、金松 敏也[3]、熊谷 祐穂[4]、中村 教博[4]
*Toshitsugu Yamazaki[1], Yuhji Yamamoto[2], Toshiya Kanamatsu[3], Yuho Kumagai[4], Norihiro Nakamura[4]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 高知大学海洋コア総合研究センター、3. 海洋研究開発機構、4. 東北大学
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Tohoku University

We review recent progress of paleomagnetism using deep-sea drilling cores since the beginning of IODP in 2003, in particular for estimations of paleomagnetic-field intensity (paleointensity) from sediments, and discuss problems to be resolved and perspectives.

For the establishment of the high-resolution relative paleointensity stack for the last 1.5 m.y., sediment cores of Exp. 303/306 from the North Atlantic were utilized. While only few records were available before about 3 m.y. previously, some Eocene to Miocene relative paleointensity records were obtained from the cores in the east equatorial Pacific taken during Exp. 320/321. Applicability of relative paleointensity to inter-core correlations and age estimations has extended to older ages accordingly. On the other hand, contamination of sediment lithological variations induced by paleoclimate changes, in particular fluctuations of the proportion of biogenic and terrigenous magnetites, to paleointensity estimations has become widely recognized. It is urgently necessary to resolve this problem and recover reliable long-term paleointensity records for tackling fundamental issues in geomagnetism such as possible dependence of field intensity to the length of polarity intervals and a possible relation between Earth’s orbital parameters and the geomagnetic field. Better understanding of the role of biogenic magnetite in remanent magnetization acquisition processes is important to solve the contamination problem. Information on the variations of time-averaged field in 10^5 to 10^6 year time-scales is also important for geomagnetism. Departure from the geocentric axial dipole (GAD) field of these time-scales may reflect boundary conditions of the geodynamo at the core-mantle boundary. The departure from GAD emerges as inclination anomalies in sediment cores. IODP cores may be useful for such studies although little studied before.

Acquisition of long deep-sea sediment cores is still required for obtaining continuous paleomagnetic records of Miocene and older ages, and IODP will continue to be the only means for this. Paleointensity estimations from sediments of older ages are hindered by dissolution of magnetite by reductive diagenesis; as sediments are buried deeper, reductive diagenesis becomes more serious. Successful expeditions resulted from the strategic selections of drilling sites; for example, the sediments of target ages are not covered with thick younger sediments (Exp. 320/321), and sediments in relatively oxic environments exist even buried under thick sediments (drift sediments of Exp. 363). Recently, the importance of silicate-hosted magnetic minerals as a carrier of remanent magnetization of sediments becomes recognized; they could escape from dissolution even in anoxic conditions. We need to revisit anoxic sediment cores to investigate the possibility for recovering paleomagnetic records from such sediments. Previously paleomagnetists just discarded them without detailed studies.

キーワード：古地磁気学、古地磁気強度、国際深海科学掘削計画

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: paleomagnetism, paleointensity, IODP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)、座長:山口 耕生(東邦大学)、山田 泰広(JAMSTEC)

これまでに実施された科学掘削データ・試料の解析・分析結果などの研究成果の報告と、今後の科学掘削計画に関する最新情報の紹介を目的とする。固体地球科学、古環境学、地球生命科学などの様々な分野からの成果を共有し、科学掘削を基軸とした学際的研究を推進する。最近１年間に実施されたICDPプロジェクトとIODP航海の概要報告を中心に、これまでに実施された掘削航海に関連して得られた最新研究成果と、今後数年間に具体化される科学掘削計画、掘削科学に関連する新規手法や技術開発研究等の報告を歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[MIS02-07] Patterns in natural fractures during transitions between stress regimes

*Nikita Dubinya[1] (1.The Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences)

11:00 ~ 11:15

[MIS02-08] ICDP DSeis 1: Introduction into JpGU 2019 papers on Drilling into Seismogenic zones of M2.0-5.5 earthquakes in South African gold mines

*小笠原 宏[1]、Liebenberg Bennie[2]、Ziegler Martin[3]、矢部 康男[4]、Durrheim Ray[5]、Manzi Musa[5]、Onstott Tullis C[6]、Thomas Weirsberg[7] (1.立命館大学理工学部、2.Moab Khotsong mine, South Africa、3.ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、4.Graduate School of Science, Tohoku Univ.、5.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience, South Africa、6.Princeton Univ., Dept. Geoscience, USA、7.GFZ, Potzdam, Germany)

11:15 ~ 11:30

[MIS02-09] ICDP DSeis 2: Preliminary results of physical property measurement and XRD analysis of the M5.5 fault material recovered from DSeis Project

*廣野 哲朗[1]、横山 友暉[1]、金木 俊也[2]、小笠原 宏[3]、矢部 康男[4]、松崎 琢也[5]、山本 裕二[5]、徳山 英一[5]、Tullis C. Onstott[6]、Martin Ziegler[7]、Durrheim Ray[8]、Esterhuizen van Heerden[9]、Bennie Liebenberg[9]、The ICDP DSeis team (1.大阪大学 大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻、2.京都大学 防災研究所、3.立命館大学、4.東北大学、5.高知大学 海洋コア総合研究センター、6.Princeton University、7.ETH Zurich、8.Witwatersrand University、9.Moab Khotsong mine)

11:30 ~ 11:45

[MIS02-10] ICDP DSeis 3: Spatial variation in stress state in the source region of Orkeny earthqauke (M5.5) based on analyses of the ICDP-DSeis borehole cores

*矢部 康男[1]、石田 亮壮[2]、杉村 幸祐[2]、兼松 慎[2]、東 充也[2]、吉田 峻輔[2]、Liebenberg Bennie[7]、伊藤 高敏[3]、船戸 明雄[5]、Watson Bryan[6]、Durrheim Raymond[4]、小笠原 宏[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.立命館大学理工学部、3.東北大学流体科学研究所、4.School of Geoscience, University of the Witwatersrand、5.深田地質研究所、6.School of Mining Engeneering, University of the Witwatersrand、7.Moab Khotsong mine)

11:45 ~ 12:00

[MIS02-11] コア変形法を適用した原位置地殻応力測定ー防災科研地震観測井コアへの適用例ー

*小村 健太朗[1]、林 為人[2]、伊藤 高敏[3]、船戸 明雄[4] (1.防災科学技術研究所、2.京都大学大学院工学研究科、3.東北大学流体科学研究所、4.深田地質研究所)

12:00 ~ 12:15

[MIS02-12] 阿蘇火山地帯にある深度700メートルの鉛直掘削孔内の温度分布

*林 為人[1]、澁谷 奨[1,2]、佐渡 耕一郎[2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、佐野　暉[1]、石塚 師也[1]、楊 小秋[4]、林 愛明[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.地圏総合コンサルタント、3.京都大学大学院理学研究科、4.中国科学院南海海洋研究所)

Patterns in natural fractures during transitions between stress regimes

*Nikita Dubinya[1]

1. The Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences

The study is aimed at analysis of transitions between different stress regimes –Normal Fault, Strike-Slip and Reverse Fault following Anderson’s classification –in terms of natural shear fractures corresponding to each regime. The study is mostly focused on spatial orientations of shear fractures emerging at each stress regime.

It is clear that not all natural fractures existing in a rock mass have the same response to changes in surrounding stresses. Some fractures are considered to be critically stressed in the given stress state which means that a small increase in differential stress (difference between maximum and minimum principal stresses) leads to fracture growth. The fracture is considered as critically stressed if shear stress acting on its plane exceeds normal stress multiplied by internal fraction coefficient of the medium. Normal and shear stresses are calculated from principal stresses’ values and fracture spatial orientation with regard to stress tensor principal axes. That means that for any given stress tensor one is capable of obtaining all the possible spatial orientations of critically stressed fractures.

In the current paper this problem is solved for different stress states for obtaining the typical patterns of fractures’ spatial orientations when stresses are varied considerably enough to change the stress regime. Figure 1 represents a transition between Normal Fault and Strike-Slip regimes: a series of contours on Wolff nets serve as borderlines for poles to critically stressed fractures’ planes. Each color represents its own triad of principal stresses (tables provide necessary match between color and stresses’ values); maximum horizontal stress σ_H is assumed to act in North-South direction. Minimum horizontal stress σ_h and vertical stress σ_V are fixed at the values of 10 and 50 MPa respectively, while transition is caused by increase in σ_H magnitude from 10 to 160 MPa. During the first stage of transition (fig. 1(A), σ_H is between 10 and 30 MPa) poles to fractures tend to gather in Eastern and Western parts of the stereonet. On the second stage (fig. 1(B), σ_H is between 40 and 90 MPa) fractures’ orientation remains stable with slight increase observed in east-northeast, west-northwest, west-southwest, and east-southeast directions. This tendency continues at final stage of transition (fig. 1(C), σ_H is between 100 and 120 MPa) where four main areas typical for Strike-Slip fracture orientation emerge. The same analysis may be completed for other analogous transitions with two fixed principal stresses and one being varied.

Transition between stress regimes may also be observed if principal axes of stress tensor rotate with principal stresses’ magnitudes remaining constant. This scenario may take place near Earth's surface or near large faults due to changes in principal stresses' trajectories. Figure 2 represents transition from Normal Fault to Strike-Slip with principal stresses being fixed at 50, 20, and 10 MPa, while angle ϕ –angle between maximum principal stress direction and vertical –is varied between 0 and 90 degrees. Blue lines still serve as borderlines for the orientations of critically stressed fractures in each case; circles represent the directions of principal stresses (red for maximum, yellow for intermediate, and green for minimum principal stress). It should be noted that lower hemisphere Lambert equal area stereonet is used in this case.

Analogous constructions may be completed for any given stress tensor broadening the understanding of natural fractures’ patterns and their relation to stress geomechanics providing a possibility to solve the

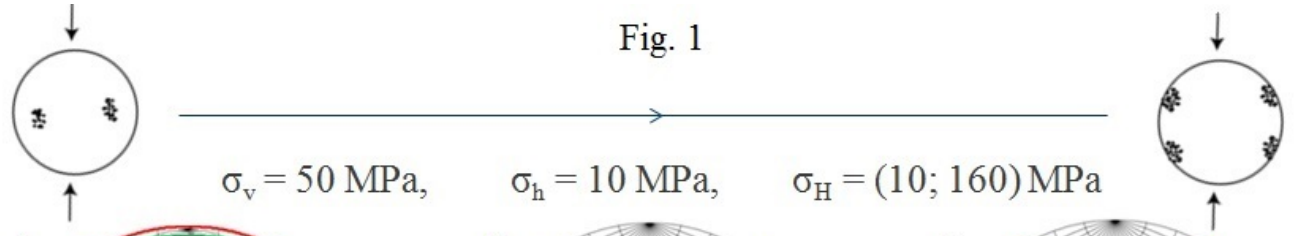
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

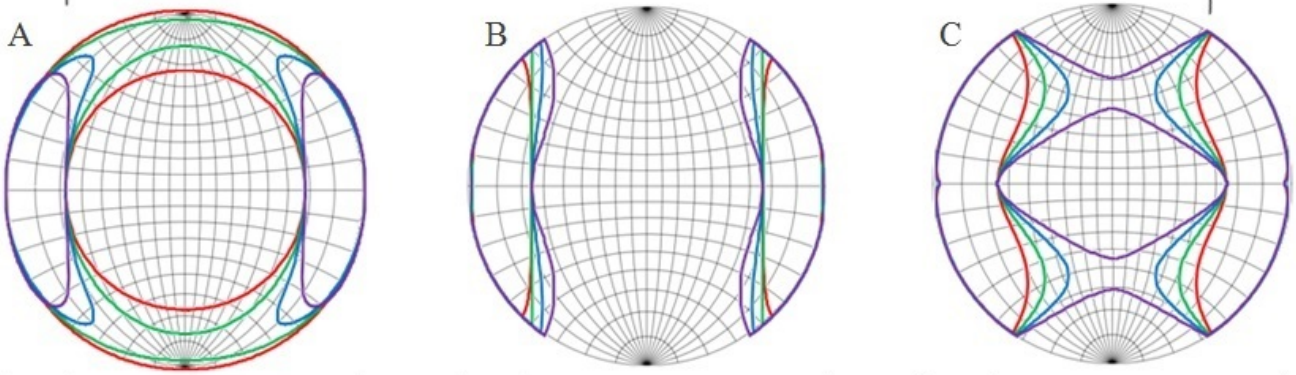
inverse problem of in-situ stresses estimation and their changes near geological structures utilizing the previously developed methods. As a result, some problems of drilling in vicinity of faults - one of primary objects for scientific drilling - may be solved, reducing the drilling risks and costs.

Keywords: Critically stressed fractures, Stress regimes, Stereonet, Drilling near faults

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fig. 1



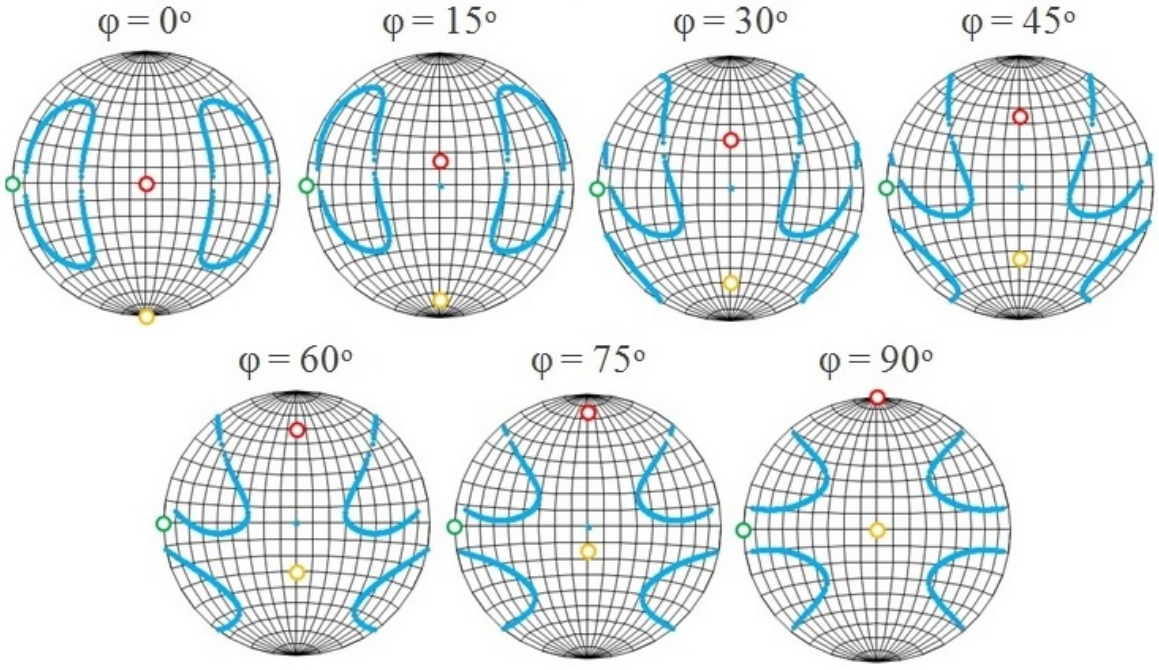


A	σ_H [MPa]
	10
	15
	20
	30

B	σ_H [MPa]
	40
	50
	70
	90

C	σ_H [MPa]
	100
	120
	140
	160

Fig. 2



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 1: Introduction into JpGU 2019 papers on Drilling into Seismogenic zones of M2.0-5.5 earthquakes in South African gold mines

*小笠原 宏[1]、Liebenberg Bennie[2]、Ziegler Martin[3]、矢部 康男[4]、Durrheim Ray[5]、Manzi Musa[5]、Onstott Tullis C[6]、Thomas Weirsberg[7]
*Hiroshi Ogasawara[1], Bennie Liebenberg[2], Martin Ziegler[3], Yasuo Yabe[4], Ray Durrheim[5], Musa Manzi[5], Tullis C Onstott[6], Thomas Weirsberg[7]

1. 立命館大学理工学部、2. Moab Khotsong mine, South Africa、3. ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、4. Graduate School of Science, Tohoku Univ.、5. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience, South Africa、6. Princeton Univ., Dept. Geoscience, USA、7. GFZ, Potzdam, Germany
1. Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University, 2. Moab Khotsong mine, South Africa, 3. ETH, Zurich Dep. Earth Sciences, 4. Graduate School of Science, Tohoku Univ., 5. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience, South Africa, 6. Princeton Univ., Dept. Geoscience, USA, 7. GFZ, Potzdam, Germany

The 2014-2019 ICDP Science plan states: “reaching the depths of the seismogenic zone where earthquakes nucleate has always been a challenge for fault-zone drilling projects” (Mori and Ellsworth, 2013). However, during 2016-2018, we could recover cores with a total length of about 1.6 km from seismogenic zones ahead of mining faces, M3.5 and M5.5 earthquakes by drilling collared from depths of 1.0 to 3.3 km below surface in deep South African gold mines. The drilling targets had been already elucidated by tens of near-field seismic sensors. Talc, biotite, and amorphous were found at the M5.5 fault intersection (Kaneki et al. SSJ 2018).

The reliable measurement of the magnitude and orientation of stress at depth is a significant challenge (Brodsky et al., 2009). However, we overcame the difficulty. We intersected hypersaline water where geomicrobiologists started water and gas monitoring.

This paper reviews the scientific drilling and associated activities and briefly introduces the other reports (ICDP DSeis 2-10) presented in JpGU 2019 as shown below:

Hirono et al. (ICDP DSeis 2) ICDP DSeis 2: Preliminary results of physical property measurement

and XRD analysis of the M5.5 fault material recovered from DSeis Project,

Yabe et al. (ICDP DSeis 3) on the spatial variation of stress in the seismogenic zones,

Yoshida et al. (poster; ICDP DSeis 4): drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines.

Sugimura et al. (poster) ICDP DSeis 5: Diametrical Core Deformation Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives and transition in stress regimes.

Kanematsu et al (poster) ICDP DSeis 6: Deformation Rate Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Higashi et al. (poster) ICDP DSeis 7: compilation of stress information and comparison with calculated stresses in the M5.5 aftershock zones,

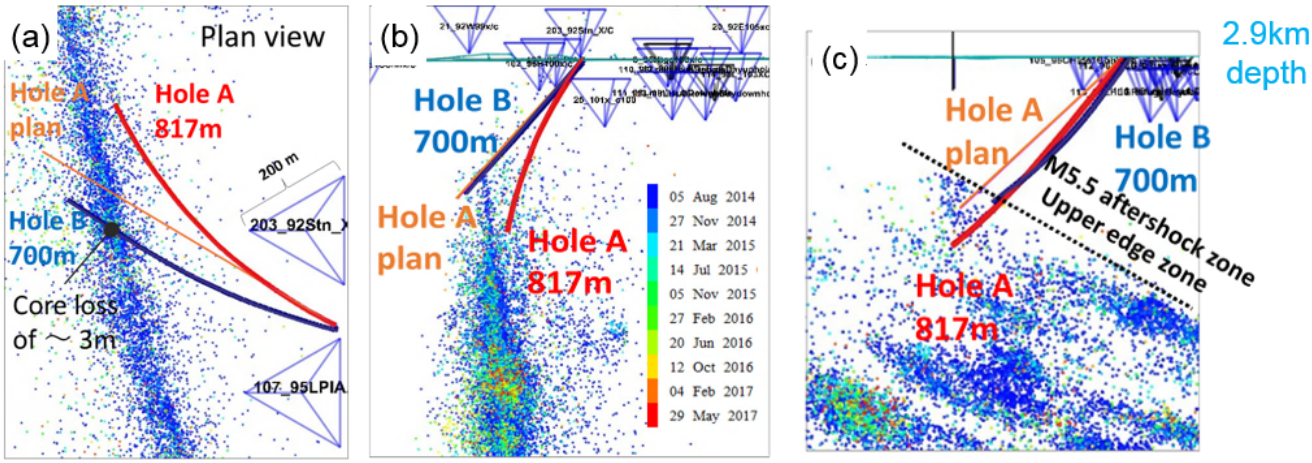
Noda et al. (poster) ICDP DSeis 8: the M5.5 fault structure and reflective intrusives in legacy 3D seismic reflection data

Tadokoro et al. (poster) ICDP DSeis 9: streaks in the M5.5 aftershocks potentially located on highly stressed intrusive

Mori et al. ICDP DSeis 10: Near-field Observations for the M5.5 Orkney, South Africa Earthquake

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

キーワード：ICDP DSeis、地震発生場掘削、南アフリカ金鉱山
Keywords: ICDP DSeis, Seismogenic zone drilling, South African gold mines



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 2: Preliminary results of physical property measurement and XRD analysis of the M5.5 fault material recovered from DSeis Project

*廣野 哲朗[1]、横山 友暉[1]、金木 俊也[2]、小笠原 宏[3]、矢部 康男[4]、松崎 琢也[5]、山本 裕二[5]、徳山 英一[5]、Tullis C. Onstott[6]、Martin Ziegler[7]、Durrheim Ray[8]、Esterhuizen van Heerden[9]、Bennie Liebenberg[9]、The ICDP DSeis team
*Tetsuro Hirono[1], Yuki Yukoyama[1], Shunya Kaneki[2], Hiroshi Ogasawara[3], Yasuo Yabe[4], Takuya Matsuzaki[5], Yuhji Yamamoto[5], Hidekazu Tokuyama[5], Tullis C. Onstott[6], Martin Ziegler[7], Durrheim Ray[8], Esterhuizen van Heerden[9], Bennie Liebenberg[9], The ICDP DSeis team

1. 大阪大学 大学院 理学研究科 宇宙地球科学専攻、2. 京都大学 防災研究所、3. 立命館大学、4. 東北大学、5. 高知大学 海洋コア総合研究センター、6. Princeton University、7. ETH Zurich、8. Witwatersrand University、9. Moab Khotsong mine
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. Ritsumeikan University, 4. Tohoku University, 5. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 6. Princeton University, 7. ETH Zurich, 8. Witwatersrand University, 9. Moab Khotsong mine

Drilling into seismogenic zones of M2.0-M5.5 earthquakes in deep South Africa gold mines (DSeis Project) was undertaken in 2017–2018 near Orkney, South Africa, to understand principal mechanism of earthquakes nucleate and propagate. Drilling at two main holes, Hole A (817 m) and Hole B (700 m), was completed at the Moab Khotsong mine, and the latter hole penetrated the fault zone that slipped at the 2014 M5.5 earthquake. Fault-related material and its surrounding host rocks were successfully recovered from the hole, and the samples were analyzed in the Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Japan. The main damaged zone is characterized by highly fragmented fault breccia with high amount of talc and amorphous material, which is likely to related to recent earthquake event. Nondestructive continuous measurements of physical properties (X-ray CT image, density, magnetic susceptibility, and natural gamma ray) are in progress. We will show the preliminary results about the characteristics of the M5.5 fault zone and its implication for generation of the M5.5 earthquake.

キーワード：断層深部掘削、国際陸上掘削計画
Keywords: Deep fault drilling, ICDP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 3: Spatial variation in stress state in the source region of Orkeny earthqauke (M5.5) based on analyses of the ICDP-DSeis borehole cores

*矢部 康男[1]、石田 亮壮[2]、杉村 幸祐[2]、兼松 慎[2]、東 充也[2]、吉田 峻輔[2]、Liebenberg Bennie[7]、伊藤 高敏[3]、船戸 明雄[5]、Watson Bryan[6]、Durrheim Raymond[4]、小笠原 宏[2]
*Yasuo Yabe[1], Akimasa Ishida[2], Kosuke Sugimura[2], Kanematsu Makoto[2], Mitsuya Higashi[2], Shunsuke YOSHIDA[2], Bennie Liebenberg[7], Takatoshi Ito[3], Akio Funato[5], Bryan Watson[6], Raymond Durrheim[4], Hiroshi Ogasawara[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 立命館大学理工学部、3. 東北大学流体科学研究所、4. School of Geoscience, University of the Witwatersrand、5. 深田地質研究所、6. School of Mining Engeneering, University of the Witwatersrand、7. Moab Khotsong mine
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Faculty of Science and Engeneer, Ritsumeikan University, 3. Institute of Fluid Science, Tohoku University, 4. School of Geoscience, University of the Witwatersrand, 5. Fukada Geological Institute, 6. School of Mining Engeneering, University of the Witwatersrand, 7. Moab Khotsong mine

The Orkney earthquake (M5.5), South Africa, occurred on 5 August 2014 beneath a deep gold mine, of which the deepest mining horizon is ~3 km depth from ground surface. Hypocenter of the Orkney earthquake and the shallowest aftershocks were located at ~5 km and ~3.5 km depths from ground surface. Therefore, the ICDP-DSeis project was devised to investigate the geological, geomechanical and geochemical environments in and around the source region of the Orkney earthquake. Two 800 m-long boreholes (Holes A and B) were drilled from a drilling site established on a tunnel at a depth of 2.8 km in the mine. While Hole A reached the seismogenic depth, it did not intersect the aftershock cluster. Hole B success fully penetrated to the aftershock cluster. Borehole cores were almost fully recovered from these holes, though they were not oriented during drilling. Therefore, the core orientation was determined by comparing in-hole optical images and unrolled core images in this study. Then, Diametrical Core Deformation Analysis (DCDA, Funato and Ito, 2017) and Deformation Rate Analysis (DRA, Yamamoto et al., 1990) were applied to borehole cores to evaluate a spatial variation in stress state in and around the aftershock cluster. Finally, a numerical elastic model in which the depth variations along Hole A and B were reproduced was developed to understand a spatial distribution of stress state in and around the aftershock cluster that extended along upper extension of the source fault of the Orkney earthquake.

Acknowledgement. This study was supported by ICDP, JSPS-NRF bilateral research project, JSPS Core-to-Core program, Ritsumeikan University and the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) of Japan, under its Earthquake and Volcano Hazards Observation and Research Program. The authors thank Harmony Gold Ltd. for kindly providing an opportunity of drilling from Moab Khotsong mine.

キーワード：ICDP-DSeis、応力測定、変形率変化法、コア変形法、南アフリカ大深度金鉱山
Keywords: ICDP-DSeis, Stress measurement, DRA, DCDA, Deep mines in South Africa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

コア変形法を適用した原位置地殻応力測定ー防災科研地震観測井コアへの適用例ー

Applications of DCDA method for in-situ crustal stress measurement - Rock core samples from NIED seismic observation wells -

*小村 健太朗[1]、林 為人[2]、伊藤 高敏[3]、船戸 明雄[4]
*Kentaro Omura[1], Weiren Lin[2], Takatoshi Ito[3], Akio Funato[4]

1. 防災科学技術研究所、2. 京都大学大学院工学研究科、3. 東北大学流体科学研究所、4. 深田地質研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 3. Institute of Fluid Science, Tohoku University, 4. Fukada Geological Institute

地殻の原位置の絶対応力を知ることは、地震発生の過程やテクトニック活動を理解する上で、重要な情報である。しかし、信頼性の高い地殻応力データは、地震観測や地殻変動観測データに比べていまだ乏しい状況にある。本研究は、岩石コアの形状から原位置地殻応力値を推定する方法である「コア変形法(DCDA, Diametrical Core Deformation Analysis法)」を既存のボーリング岩石コアに適用して、原位置地殻応力を推定することを試みた。コア変形法は、掘削孔内で特殊な計測をする必要がなく、岩石コアを採取し、岩石の弾性定数とともにコア周にそった形状を計測する方法なので、過去に採取された岩石コアに適用できることが期待される。そして、岩石コアの採取された地点を含む、広域にわたり、原位置地殻応力データが得られる可能性がある。

今回、防災科研の7地点のHi-net観測井で深度が100m～200m（1地点だけ2000m）から採取した硬岩の岩石コアを利用した。それらは採取後、10年以上経過したものである。Funato and Ito (2017, IJRMMS)で設計された装置でコア外周にそった直径を測定した。測定された岩石コアは、外周にそった直径の変化がサインカーブを示し、岩石コア断面が応力開放にともない楕円状に弾性変形していることが推測される。一方で、堆積岩コアでは、明確に層理面に関係した楕円状の断面形状が計測された。これら結果は、岩石コアの堆積構造に注意すれば、既存孔井地点で、コア変形法により原位置地殻応力が推定できる見込みがあることを示している。

キーワード：コア変形法、原位置地殻応力、岩石コア、地震観測井
Keywords: DCDA method, in-sitsu crustal stress, rock core, seismic observation well

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇火山地帯にある深度700メートルの鉛直掘削孔内の温度分布
Temperature depth profile in a 700 m deep vertical borehole in Aso volcanic zone

*林 為人[1]、澁谷 奨[1,2]、佐渡 耕一郎[2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、佐野　暉[1]、石塚 師也[1]、楊 小秋[4]、林 愛明[3]
*Weiren Lin[1], Susumu Shibutani[1,2], Koichiro Sado[2], Nana Kamiya[1], Tatsuhiro Sugimoto[1], Terasu Sano[1], Kazuya Ishitsuka[1], Xiaoqiu Yang[4], Aiming Lin[3]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 地圏総合コンサルタント、3. 京都大学大学院理学研究科、4. 中国科学院南海海洋研究所
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Chi-ken Sogo Consultants Co., Ltd., 3. Graduate School of Science, Kyoto University, 4. South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences

火山や地震などに係わる様々な地球科学的な現象の解明ならびに関連する地球工学的な応用の分野においては、地下の温度構造ならびに地殻熱流量を知ることが不可欠である。本研究では、阿蘇火山の西麓域に位置する布田川断層帯の温度構造を明らかにする目的で、当該断層帯を貫く深度700 mの鉛直掘削孔を利用して、その孔内の温度分布を測定した。

2016年4月16日に横ずれ断層タイプの布田川断層を震源断層として、Mw 7.1の熊本地震の本震が発生した。その後、深度700 mの掘削調査孔(略称：FDB孔)は断層試料採取のために、2017年9月～2018年3月の間に熊本県益城町で掘削され、布田川断層を貫通した。

本研究では、2018年5月からFDB孔の温度分布を2～3か月に１回の頻度で繰り返し測定を行った。低温の掘削泥水の影響による局所的な地層の温度擾乱が認められ、その回復に伴う局所的な温度の経時変化があったものの、深度約50～650 mにおいて、再現性の高い温度プロファイルを得ることができた。地表の影響がないと考えられる深度約200～310 mおよび深度430～650 mの区間では、深くなるにつれほぼ直線的に地温が高くなる温度構造が認められた。その地温勾配は55 ℃/km程度であり、平均的な地温勾配の20～30 ℃/kmより高いが、阿蘇火山地帯の特徴であると考えられる。しかし、FDB孔の深度約310～430 mの120 m間においては、ほぼ一定の温度（地温勾配が約1 ℃/km）となり、この深度区間以外の平均的な地温勾配よりはるかに小さい結果となった。この120 m区間での極めて低い地温勾配1 ℃/kmは、当該掘削孔から採取されたコア試料で実測された熱伝導率の変化から説明できず（佐野ほか、2019JpGU）、非常に特異的なものであると考えられる。今後、この温度構造が本当の天然現象なのか否か、観測等を積み重ね、慎重に確かめる予定である。また、これが本当の天然現象であれば、地下水流動が関係すると推測され、これの形成メカニズムを解明したい。

キーワード：掘削孔、温度、地温勾配
Keywords: Drilling , Temperature, Geothermal gradient

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)、座長:針金 由美子(産総研)、阿部 なつ江(海洋研究開発機構 海洋掘削科学研究開発センター)

これまでに実施された科学掘削データ・試料の解析・分析結果などの研究成果の報告と、今後の科学掘削計画に関する最新情報の紹介を目的とする。固体地球科学、古環境学、地球生命科学などの様々な分野からの成果を共有し、科学掘削を基軸とした学際的研究を推進する。最近１年間に実施されたICDPプロジェクトとIODP航海の概要報告を中心に、これまでに実施された掘削航海に関連して得られた最新研究成果と、今後数年間に具体化される科学掘削計画、掘削科学に関連する新規手法や技術開発研究等の報告を歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[MIS02-13] Estimation of Shear Stress and Lithology Prediction Using Machine Learning and Surface Drilling Data

井上 朝哉[1]、*田中 隆太[1]、石渡 隼也[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[MIS02-14] Overview of drilling of crust-mantle boundary of Oman ophiolite: the ICDP Oman Drilling Project

*高澤 栄一[1,4]、Damon Teagle[2]、道林 克禎[3]、田村 芳彦[4]、Jude Coggon[2]、Juerg Matter[2]、Peter Kelemen[5]、Oman Drilling Project Phase 2 Science Party (1.新潟大学理学部地質科学科、2.サウサンプトン大学、3.名古屋大学、4.海洋研究開発機構、5.コロンビア大学)

14:15 ~ 14:30

[MIS02-15] Geophysical Logging of Crust-Mantle boundary at Oman Ophiolite

*山田 泰広[1]、Kyaw Moe[1]、Philippe Pezard[2]、Juerg Matter[3]、OmanDP Science Party (1.海洋研究開発機構、2.モンペリエ大学、3.サウザンプトン大学)

14:30 ~ 14:45

[MIS02-16] Overview of the physical property measurements, ChikyuOman 2017 and 2018: Crust and Mantle sections from ICDP Oman Drilling Project Phase I and II

*阿部 なつ江[1]、岡崎 啓史[1,11]、片山 郁夫[2]、畠山 航平[2]、赤松 祐哉[2]、Ildefonse Benoit[3]、Ulven Ole[4]、Hong Gilbert[5]、Zhu Wenlu[6]、Cordonnier Benoit[4]、道林 克禎[7]、高澤 栄一[8]、Harris Michell[12]、Teagle Damon[10]、ケレメン ピーター[9]、Godard Marguerite[3]、Matter Jurg[10]、Coggon Jude[10]、Science Party The Oman Drilling Project (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.広島大学、3.モンペリエ大学、4.オスロ大学、5.ソウル大学、6.メリーランド大学、7.名古屋大学、8.新潟大学、9.コロンビア大学、10.サウザンプトン大学、11.金沢大学、12.プリマス大学)

14:45 ~ 15:00

[MIS02-17] Exploring the deep subseafloor biosphere and biogeochemical carbon cycling beneath the Arctic ocean

*稲垣 史生[1]、Steffen Leth Jørgensen[2]、Rolf Birger Pedersen[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.ノルウェー・ベルゲン大学)

15:00 ~ 15:15

Discussion

Estimation of Shear Stress and Lithology Prediction Using Machine Learning and Surface Drilling Data

井上 朝哉[1]、*田中 隆太[1]、石渡 隼也[1]
Tomoya Inoue[1], *Ryuta Tanaka[1], Junya Ishiwata[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Introduction

JAMSTEC operates the scientific deep-sea drilling vessel Chikyu. Chikyu conducted the Japan Trench Fast Drilling Program (JFAST) for study on the Tohoku earthquake. Chikyu has also started to conduct the Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment (NanTroSEIZE).
The main purpose of the scientific drillings is to obtain core samples from sediment layers under the seabed. However, we are facing the situation that we cannot have enough core samples because the operation philosophy defines that core samples are generally assigned for a lot of separate examinations including geological, chemical, and biological examinations. It is also the reason that the coring operations are conducted at spots. This means that analyzed data, for example the shear stress, can be obtained just at spot(s).
As one of the primary goals of scientific drilling is to evaluate sediment properties, it is highly beneficial to obtain the properties of drilling layers and to characterize the lithology over the full drilling depth during drilling operations. Even an approximation of these properties could potentially provide valuable information for conducting coring operations.

Methods/Procedure

A previous study attempted to discuss the properties of sediment layers using surface drilling data, and estimated the shear stress of the sediment. In this study, we first summarize the method applied in the previous paper for estimating the torque at the drill bit, which leads to estimation of shear stress of sediment layer from the surface measured drilling data for NanTroSEIZE deep riser drilling operation.
The surface drilling data was obtatined using the surface drilling data acquisition system that we developed. The surface drilling data includes the torque of the power swivel (HPS torque) that is equipmenti to provide a torque and rotation to the drillstring. This HPS torque includes not only the drilling torque but also other torques such as friction toque between riser and drill pipe, and mechanical torque inside HPS. This paper proposes to estimate the drilling torque at the drill bit from the surface drilling data by removing other torques based the torque during a “bottom’s” up operations.
We also used machine-learning approaches to predict the lithology, where learning data was created from surface drilling data and lithology information from core samples obtained during past scientific drilling operations. Machine learning was then applied using neural network algorithms by tuning L1 regularization coefficient and the number of layers to create a predictive model. This paper discusses the preliminary attempt to predict the lithology using machine-learning approaches for NanTroSEIZE and JFAST data.

Result/Conclusions

We presented a method for estimating the drilling torque, which was compared to downhole-measured data with logging while drilling (LWD). The result of the calculation shows that the drilling torque at the bit differed from the surface measured torque, where this difference increased with increasing drilling depth. In addition, the estimated drilling torque was validated using downhole-measured torque data obtained

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

from LWD operations. Although the deviation of the mean values between the drilling torque and the downhole measured torque was large, our method is considered valid from the viewpoint of correcting the characteristics of the depth for the surface measured torque.
This study also presented the lithilogy predicution from machine learning approaches. Preliminary results were presented using NanTroSEIZE and JFAST data including surface drilling data and core sample data. The prediction performance obtained from the generated neural networks indicated that the lithology properties could be predicted by machine learning approaches as an interpolation problem; however, the prediction is sensitive to the structure and parameters of the neural network, along with the selection of training data due to the small learning dataset. In addition, it can be difficult to clearly classify the lithology from core samples as the core sometimes contains several rock types, leading to uncertain classification. We will continue to study lithology prediction using machine-learning methods in future studies.

Acknowledgments
This research was partially supported by a Grant-in-Aid for Scientific Research (B) [grant number 16H04610].

キーワード：船上掘削データ、岩質予測、機械学習、せん断応力、海洋掘削
Keywords: surface drilling data, lithology prediction, machine Learning, shear stress, ocean drilling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Overview of drilling of crust-mantle boundary of Oman ophiolite: the ICDP Oman Drilling Project

*高澤 栄一[1,4]、Damon Teagle[2]、道林 克禎[3]、田村 芳彦[4]、Jude Coggon[2]、Juerg Matter[2]、Peter Kelemen[5]、Oman Drilling Project Phase 2 Science Party
*Eiichi TAKAZAWA[1,4], Damon A H Teagle[2], Katsuyoshi Michibayashi[3], Yoshihiko Tamura[4], Jude Ann Coggon[2], Juerg Matter[2], Peter B Kelemen[5], Oman Drilling Project Phase 2 Science Party

1. 新潟大学理学部地質科学科、2. サウサンプトン大学、3. 名古屋大学、4. 海洋研究開発機構、5. コロンビア大学
1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, 2. University of Sauthampton, 3. Nagoya University, 4. JAMSTEC, 5. Columbia University

From the winter of 2017 to 2018 the drilling of crust-mantle transition zone (MTZ) was conducted at Wadi Zeeb (CM1&2 sites) in Wadi Tayin massif by the International Continental Scientific Drilling ProgramOman Drilling Project [6]. The MTZ of Oman ophiolite has been characterized by thick dunites accompanied by thin veins or clots of plagioclase and clinopyroxene and several centimeters to meters thick gabbro sills and wehrlite intrusions. The origin of MTZ is still under debate [2-5]. To clarify this origin, more detailed research by continuous core through MTZ is necessary.

Geological mapping on ground associated with information from the recovered cores in CM1&2 sites the thickness of the MTZ is estimated as about 150 m. The upper and lower boundaries of the MTZ has a strike in the east-west direction, and it is inclined about 30 degrees south. In the summer of 2018, the drilled cores were carefully described by scientists on the deep-sea drilling vessel "CHIKYU". The stratigraphy has been divided into four igneous sequences based on the abundance of different lithologies: Layered Gabbro Sequence, Dunite Sequence, Dunite with Gabbro Sequence, and Mantle Sequence. Dunite Sequence and Dunite with Gabbro Sequence are summarized as Crust - Mantle Transition.

Hole CM1A is inclined 60˚ northward. The upper 160 m of the core is the Layered Gabbro Sequence, mostly composed of olivine gabbro, interlayered with gabbro and a small amount of wehrlite, dunite, anorthosite and troctolite. From 160 to 310 m the Crust-Mantle Transition is divided into an upper 90 m Dunite Sequence and a lower 60 m Dunite with Gabbro Sequence containing small lenses of gabbro, troctolite and wehrlite. The dunites are highly serpentinized, and rodingite and diopsidite commonly replace minor gabbroic rocks in these sequences. The lower 80 m of the hole is the Mantle Sequence, with alternating layers of dunite and increasingly abundant, residual mantle harzburgite.

Hole CM2B is a vertical hole located 400 m north of CM1A, and samples the Crust-Mantle Transition and the Mantle Sequence. As in CM1A, the transition is divided into an upper Dunite Sequence and a lower Dunite with Gabbro Sequence. In contrast to Hole CM1A, a small amount of olivine has escaped complete serpentinization in the lower portions of the CM2B transition zone. In the Mantle Sequence, harzburgite is dominant. Dunite accounts for about 25% of this Sequence, less than in CM1A. The lowermost peridoties in Hole CM2B are strongly altered to talc+carbonate.

[1] Boudier and Nicolas, 1995, J. Petrol., 36, 777-796, [2] Pallister and Hopson, 1981, J. Geophys. Res., 86, 2593-2644, [3] Kelemen et al., 1995, Nature, 375, 747-753, [4] Abily and Ceuleneer, 2013, Geology, 41, 67-70, [5] Rospabé et al., 2017, Geol. Soc. Am., Data Rep. 2017139, [6] Kelemen et al., 2013, Scientific Drilling, 15, 64-71.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：オマーンオフィオライト、国際陸上科学掘削プログラム、オマーン掘削プロジェクト、地殻-マントル境界、モホ遷移帯
Keywords: Oman ophiolite, ICDP, Oman Drilling Project, crust-mantle transition, Moho Transition Zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geophysical Logging of Crust-Mantle boundary at Oman Ophiolite

*山田 泰広[1]、Kyaw Moe[1]、Philippe Pezard[2]、Juerg Matter[3]、OmanDP Science Party
*Yasuhiro Yamada[1], Kyaw Moe[1], Philippe Pezard[2], Juerg Matter[3], OmanDP Science Party

1. 海洋研究開発機構、2. モンペリエ大学、3. サウザンプトン大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, 3. Southampton University

The boundary between the crust and mantle is a horizon that human being can reach in the Earth interior. The nature of this surface has been proposed from viewpoints of petrology, geochemistry and geophysics, and the answer needs to wait until future scientific drilling.

The Samail ophiolite exposed in Oman is one of most well-known surface exposures of the exhumed lowest part of the oceanic crust and upper part of mantle.

The Oman Drilling Project (OmanDP) drilled 12 holes at 7 sites in this ophiolite from 2016 to 2018, and has conducted a comprehensive borehole geophysical survey as logging operation in most of these holes in 2017 and 2018. The data acquired include: electrical resistivity, spectral gamma ray, magnetic susceptibility, full waveform sonic, optical / acoustic / resistivity borehole wall imaging. The extensive logging operation also includes high-definition spectroscopy measurements that contribute to further geochemical investigations. The outline of these datasets and our preliminary analysis will be presented.

キーワード：oceanic crust、upper oceanic mantle、borehole geophysics、alteration
Keywords: oceanic crust, upper oceanic mantle, borehole geophysics, alteration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Overview of the physical property measurements, ChikyuOman 2017 and 2018: Crust and Mantle sections from ICDP Oman Drilling Project Phase I and II

*阿部 なつ江[1]、岡崎 啓史[1,11]、片山 郁夫[2]、畠山 航平[2]、赤松 祐哉[2]、Ildefonse Benoit[3]、Ulven Ole[4]、Hong Gilbert[5]、Zhu Wenlu[6]、Cordonnier Benoit[4]、道林 克禎[7]、高澤 栄一[8]、Harris Michell[12]、Teagle Damon[10]、ケレメン ピーター[9]、Godard Marguerite[3]、Matter Jurg[10]、Coggon Jude[10]、Science Party The Oman Drilling Project
*Natsue Abe[1], Keishi Okazaki[1,11], Ikuo Katayama[2], Kohei Hatakeyama[2], Yuya Akamatsu[2], Benoit Ildefonse[3], Ole Ivar ulven[4], Gilbert Hong[5], Wenlu Zhu[6], Benoit Cordonnier[4], Katsuyoshi Michibayashi[7], Eiichi TAKAZAWA[8], Michell Harris[12], Damon Teagle[10], Peter Kelemen[9], Marguerite Goddard[3], Jurg Matter[10], Jude Coggon[10], The Oman Drilling Project Science Party

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 広島大学、3. モンペリエ大学、4. オスロ大学、5. ソウル大学、6. メリーランド大学、7. 名古屋大学、8. 新潟大学、9. コロンビア大学、10. サウザンプトン大学、11. 金沢大学、12. プリマス大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Hiroshima University, 3. Universitè de Montpellier, 4. University of Oslo, 5. Seoul National University, 6. University of Maryland, 7. Nagoya University, 8. Niigata University, 9. Columbia University, 10. University of Southampton, 11. Kanazawa University, 12. Polymouth University

We report physical property measurements of core samples from the Samail ophiolite in Oman, drilled by the ICDP Oman Drilling Project. Onboard core logging was conducted on D/V Chikyu for 4 months in total in the summers of 2017 and 2018. We analyzed 4 holes (GT1A, GT2A, GT3A and BT1B) in 2017, and 5 holes (CM1A, CM2B, BA1B, BA3A and BA4A) in 2018. The total core length of those 9 holes is about 3200 m. Cores from Holes GT1A and GT2A in the lower crust section of the ophiolite are mainly composed of gabbros (gabbro and olivine gabbro), with small amounts of ultramafic rocks (wehrlite and dunite), whereas those from Hole GT3A at the boundary between the sheeted dikes and gabbro are mainly composed of basalt and diabase, followed by gabbros (gabbro, olivine gabbro and oxide gabbro). Minor felsic trondhjemite and tonalite dikes intrude the mafic rocks. In contrast, Hole BT1B penetrated from mantle section through the basal thrust and into the metamorphic sole. The CM holes were drilled through the crust-mantle transition, from gabbroic lower crust, through dunite with minor gabbros, and in to residual mantle harzburgite. BA holes were taken from the mantle section and are composed of dunite and harzburgite intruded by minor gabbroic and pyroxenite dikes. Ultramafic rocks at both sites were extensively serpentinized, but the names of igneous protoliths are used here.

Whole-round data, including X-ray CT images, natural gamma radiation (NGR), gamma ray attenuation (GRA) density, magnetic susceptibility (MS), P-wave velocity (Vp) and noncontact electrical resistivity were obtained. Split core color spectroscopy data were also collected. Magnetic susceptibility, electrical resistivity under both nominally dry and brine-saturated conditions, P-wave velocity, bulk/grain density, porosity and thermal conductivity were measured in discrete samples. Nearly 100% core recovery allowed us to take a large data set of petrophysical data on the cores from Oman ophiolite including fault zones and highly altered intervals.
Generally, gabbroic rock types have higher density, P-wave velocity, and electrical resistivity, and lower porosity than ultramafic lithologies. Serpentinized dunite have lower density, P-wave velocity and electrical resistivity, and higher porosity than serpentinized harzburgite, and these physical properties are correlated with magnetic susceptibility, probably due to crystallization of magnetite during alteration. Average X-ray CT values are also correlated with many other physical properties in most lithologies.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：陸上掘削、地球深部探査船「ちきゅう」、オマーン掘削、オフィオライト、海洋地殻
Keywords: ICDP, D/V Chikyu, Oman Drilling Project, ophiolite, oceanic crust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring the deep subseafloor biosphere and biogeochemical carbon cycling beneath the Arctic ocean

*稲垣 史生[1]、Steffen Leth Jørgensen[2]、Rolf Birger Pedersen[2]
*Fumio Inagaki[1], Steffen Leth Jørgensen[2], Rolf Birger Pedersen[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. ノルウェー・ベルゲン大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Department of Earth Science, University of Bergen, Norway

Despite the Arctic cryosphere is the most sensitive and vulnerable to the global environmental change, the nature of deep subseafloor arctic environments remains largely unknown. Active processes on the drastic climate change, including the anthropogenic global warming and subsequent ice melt, are presumably similar to those mechanisms that formed some of the major hydrocarbon resources we presently use, deeply buried in the subseafloor sediment over millions of years at high atmospheric CO_2 and global warm conditions. Continuing to advance understanding of the natural analogues beneath the Arctic ocean through scientific drilling is a powerful approach for the discoveries and understanding of life and Earth co-operating systems, and consequently will illuminate the possible resilience and sustainable strategies adopted by human society towards the future. Here, we are keenly interested in the Arctic deep biosphere and biogeochemical carbon cycling, which presumably be tightly associated with tectonics and biotic/abiotic processes through paleoceanographic events of seawater stagnations, perturbations and fertilizations in the Paleogene to Cretaceous period, and perhaps still continuing in situ over geologic time. How is diagenetic activity and microbial diversity linked to variability in Cenozoic climate and environmental changes? To what degree is carbon diagenesis linked to biotic/abiotic and tectonic processes? What fluid flow and energy transformation processes support microbial activity in situ and govern carbon sink in the Arctic sedimentary basin? How does alternation of deep oceanic crust contribute to microbial life and biogeochemical carbon cycling in the shallower habitat? In addition, what is the nature of the Arctic basement? These important scientific issues on the most climate-sensitive place on Earth remain to be explored, but using the *Chikyu*' s riser-drilling and onboard facilities, it can be addressed by the state-of-the-art interdisciplinary analyses of core samples and the long-term borehole observatory.

キーワード：Arctic ocean、scientific ocean drilling、deep subseafloor biosphere、biogeochemical carbon cycle
Keywords: Arctic ocean, scientific ocean drilling, deep subseafloor biosphere, biogeochemical carbon cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)

これまでに実施された科学掘削データ・試料の解析・分析結果などの研究成果の報告と、今後の科学掘削計画に関する最新情報の紹介を目的とする。固体地球科学、古環境学、地球生命科学などの様々な分野からの成果を共有し、科学掘削を基軸とした学際的研究を推進する。最近１年間に実施されたICDPプロジェクトとIODP航海の概要報告を中心に、これまでに実施された掘削航海に関連して得られた最新研究成果と、今後数年間に具体化される科学掘削計画、掘削科学に関連する新規手法や技術開発研究等の報告を歓迎する。

[MIS02-P01] 地下生命圏研究における凍結コア試料の活用と名古屋議定書への対応

*肖 楠[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS02-P02] In-situ rock strength calculated from drilling parameters. Comparison of results from various sites.

*Adam Wspanialy[1]、Yasuhiro Yamada[1]、Saneatsu Saito[1]、KYAW MOE[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS02-P03] Interaction between submarine landslides and subseafloor sedimentary microbiome: Chikyu SCORE Expedition 910 off Cape Erimo

*星野 辰彦[1]、浦本 豪一郎[2]、藤内 智士[2]、諸野 祐樹[1]、井尻 暁[1]、鈴木 志野[1]、久保 雄介[1]、稲垣 史生[1]、Chikyu SCORE Exp. 910 研究者一同 (1.独立行政法人海洋研究開発機構、2.高知大学)

[MIS02-P04] 襟裳岬沖SCORE掘削コアのXRFコアスキャナー連続化学分析

*村山 雅史[1]、矢生 晋介[3]、藤内 智士[2]、浦本 豪一郎[3]、山田 泰広[4]、稲垣 史生[4]、久保 雄介[5] (1.高知大学　農林海洋科学部海洋資源科学科、2.高知大学　理工学部、3.高知大学　海洋コア総合研究センター、4.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター, 、5.海洋研究開発機構　地球深部探査センター)

[MIS02-P05] 熊本地震震源断層掘削コアを用いた熱物性測定

*佐野 暉[1]、林 為人[1]、渋谷 奨[1,2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、石塚 師也[1]、林 愛明[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.地圏総合コンサルタント、3.京都大学大学院理学研究科)

[MIS02-P06] 東オーストラリア沖ロードハウライズ地域で採取された浅部コアの物性・強度試験結果：将来のロードハウライズライザー掘削に向けて

*杉原 孝充[1]、青池 寛[1]、斎藤 実篤[2]、村山 達也[1]、武田 研太郎[1]、小野寺 拓也[3]、澄川 あゆみ[3]、木戸 ゆかり[1]、真田 佳典[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部探査センター、2.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター、3.日本海洋事業)

[MIS02-P07] ICDP DSeis 4: Drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines.

*吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、杉村 幸祐[1]、兼松 慎[1]、東 充也[1]、Liebenberg Benni[2]、 van Heerden Esterhuizen[2]、Stephen Tau[3]、Siyanda Mngadi[3]、Ray Durrheim[3]、Martin Ziegler[4]、椋平 祐輔[5]、Ronald Conze[6]、矢部 康男[7]、金木 俊也[8]、Yokoyama Yuki[9]、Nomqhele Nkosi[10]、Dave Roberts[10]、Sifiso Buccio[11]、小笠原 宏[1] (1.Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan、2.Moab Khotsong mine, Vijoenskroon、3.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience、4.ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、5.Inst. Fluid Science, Tohoku Univ.、6.GFZ, Potzdam、7.Graduate School of Science, Tohoku Univ.、8.Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ.、9.Graduate School of Science,Osaka Univ.、10.Mandela Mining Precinct, CSIR、11.Council for Geoscience)

[MIS02-P08] ICDP DSeis 5: Diametrical Core Deformation Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives and transition in stress regimes.

*杉村 幸祐[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、小笠原 宏[2]、石田 亮壮、矢部 康男[3]、伊藤 高敏[4]、明雄 船戸[5]、Siyanda Mngadi[6]、Ray Durrheim[6] (1.立命館大学大学院　理工学研究科、2.立命館大学　理工学部、3.東北大学　理学部、4.東北大学　流体科学研究所、5.深田地質研究所、6.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience)

[MIS02-P09] ICDP DSeis 6: Deformation Rate Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives

*兼松 慎[1]、東 充也[1]、矢部 康男[2]、阿部 周平[2]、Watson Bryan[3]、Durrheim Ray[3]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学 理工学部　物理科学科、2.東北大学理学研究科、3.Witwatersrand大)

[MIS02-P10] ICDP DSeis 7: compilation of stress information and comparison with calculated stresses in the M5.5 aftershock zones

*東 充也[1]、矢部 康男[2]、杉村 幸佑[1]、石田 亮壮、兼松 慎[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、伊藤 高敏[4]、船戸 明雄[5]、小笠原 宏[3] (1.立命館大学大学院理工学研究科、2.東北大学大学院理学研究科・理学部 附属地震・噴火予知研究観測センター、3.立命館大学理工学部、4.東北大学流体科学研究所、5.深田地質研究所)

[MIS02-P11] ICDP DSeis 8: the M5.5 fault structure and reflective intrusives in legacy 3D seismic reflection data

*野田 拓[1]、Manzi Musa[2]、Ogasawara Hiroyuki[1]、Linzer Lindsay[2]、Enslin Stephanie[2]、Durrheim Ray[2]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学、2.Witwatersrand大)

[MIS02-P12] ICDP DSeis 9: are streaks in the M5.5 aftershocks potentially located on highly stressed intrusive?

*Ryogo Tadokoro[1]、Katsuya Ishibashi[2]、Horiuchi Shigeki[3]、Hiroshi Ogasawara[4] (1.Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、2.School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、3.Homeseismo ltd.、4.College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.)

地下生命圏研究における凍結コア試料の活用と名古屋議定書への対応
Utilization and curation of frozen core samples in IODP and implementation of the Nagoya Protocol in ocean drilling science

*肖 楠[1]
*Nan XIAO[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine Earthe Science and Technology

Deep biosphere research has become one of the major scientific focuses in ocean drilling science. How to access to core samples with sufficient quality has been a changes for scientists. Currently there are two methods of accessing to deep biosphere samples which are participating in drilling expeditions and requesting samples from core repositories. The Kochi Core Center has curated deep biosphere samples that were processed aseptically and stored at deep frozen (-80 degree C) condition from more than 10 drilling expeditions. Increased scientific attention to microbiological research of the subseafloor envrionment raises the complications and concerns related to adherence to the Nagoya Protocol of the Convention on Biological Diversity (CBD). The Nagoya Protocol is an international agreement that aims to guide countries in developing standart protocols and protections for accessing biological materials, and sharing benefits derived from their utilization. Since its commencement, the Nagoya Protocol has placed international biological research, especially fieldwork, under greater political scrutiny and increased its complexity due to the variation in implementation between nations. We present the central points of the Nagoya Protocol on access and benefit-sharing (ABS) and discuss their relationship to ocean drilling research. In addition, we address the challenges faced by ocean drilling in complying with this internation convention.

キーワード：海洋掘削、凍結コア試料、名古屋議定書、生物多様性
Keywords: ocean drilling program, frozen core sample, Nagoya Protocol, convention on biological diversity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In-situ rock strength calculated from drilling parameters. Comparison of results from various sites.

*Adam Wspanialy[1], Yasuhiro Yamada[1], Saneatsu Saito[1], KYAW MOE[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Drilling parameters are excellent datasets to understand in-situ physical properties of the rock. Continuous core samples along with parameters such as Torque, RPM, WOB and ROP have been collected during drilling operations. The borehole data acquisition was complemented with full LWD/MWD and wireline logging. After core delivery to surface core scratch tests have been carried out to measure Unconfined Compressive Strength (UCS). Our comprehensive approach enabled us to integrate all data and conduct detailed analysis of the in-situ subsurface physical and mechanical properties of a rock cut by a drill bit.

Here we present some results from offshore and onshore drilling experiments carried out in Japan, Oman and Australia. Methods such as Specific Energy (SE) and Equivalent Strength (EST) have been used to estimate in-situ rock properties, namely UCS and analyse drilling process.

Our results demonstrate that the calculated in-situ rock strength based on SE/EST methods correlates well with sonic derived UCS and core scratch derived UCS. Utilised methods also successfully detect fractures in the formation, show developing drilling dysfunctions such as vibration, and bit balling.

Keywords: rock strength, drilling parameters, Specific Energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interaction between submarine landslides and subseafloor sedimentary microbiome: Chikyu SCORE Expedition 910 off Cape Erimo

*星野 辰彦[1]、浦本 豪一郎[2]、藤内 智士[2]、諸野 祐樹[1]、井尻 暁[1]、鈴木 志野[1]、久保 雄介[1]、稲垣 史生[1]、Chikyu SCORE Exp. 910 研究者一同
*Tatsuhiko Hoshino[1], Go-Ichiro Uramoto[2], Satoshi Tonai[2], Yuki Morono[1], Akira Ijiri[1], Shino Suzuki[1], Yusuke Kubo[1], Fumio Inagaki[1], Chikyu SCORE Exp. 910 Scientists .

1. 独立行政法人海洋研究開発機構、2. 高知大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kochi University

During the past decades, scientific ocean drilling has explored the subseafloor sedimentary biosphere down to over 2 kilometers below seafloor (Inagaki et al., 2015). The total biomass and diversity of microbial community in the subseafloor biosphere are comparable to those in the hydrosphere (Kallmeyer et al., 2012). Taxonomic composition of subseafloor microbial communities are distinct from those of other habitats on Earth’ s surface, such as ocean and soil, inferring that adaptive evolution of microbial community to the energy-limited deep sedimentary habitats have occurred. In a previous study of bioturbated layers in surface marine sediments, it has been reported that seawater-migration by macrofauna activity during the initial depositional stage notably affected microbial community structures (Chen et al. 2017). Similarly, it can be hypothesized that submarine landslides have introduced easily degradable fresh organic matter and dissolved electron acceptors (e.g., oxygen, sulfate) to the sedimentary habitats, and consequently caused a shift of microbial communities and its function.

In 2017, we conducted the Chikyu’ s first SCORE Expedition 910 at the Hidaka Trough off Cap Erimo and obtained sediment cores down to 100 meters below the seafloor. In the core column, four intervals of deformed sediments were identified, indicating the occurrences of multiple submarine landslides in this area. In those deformed sediment intervals, we observed no clear anomaly in the profile of cell abundance, which decrease with sediment depth as generally seen in the other subserfloor sediments. In addition, pore water chemistry data do not show clear anomaly either, indicating recovery of sediment geochemistry from the turbation caused by landslides. While both profiles of microbial cell abundance and pore water geochemistry did not show anomaly in the deformed sediment intervals, the DNA-based analyses, showed some unusual appearances of microbial taxa relative to the depth, suggesting the potential migration of microbes from the upper horizons by submarine landslides.

Reference

Inagaki F, et al (2015). Science 349: 420-424; Kallmeyer J, et al (2012). Proc Natl Acad Sci U S A 109: 16213-16216; Chen X, et al (2017). Sci Rep 7: 2400.

キーワード：Chikyu SCORE、Deep biosphere、Mass transport deposit
Keywords: Chikyu SCORE, Deep biosphere, Mass transport deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

襟裳岬沖SCORE掘削コアのXRFコアスキャナー連続化学分析
High-resolution continuous records of the chemical composition of the marine sediment off Cape Erimo, Hokkaido, Japan

*村山 雅史[1]、矢生 晋介[3]、藤内 智士[2]、浦本 豪一郎[3]、山田 泰広[4]、稲垣 史生[4]、久保 雄介[5]
*Masafumi MURAYAMA[1], Shinsuke Yagyu[3], Satoshi Tonai[2], Go-Ichiro Uramoto[3], Yasuhiro Yamada[4], Fumio Inagaki[4], Yusuke Kubo[5]

1. 高知大学　農林海洋科学部海洋資源科学科、2. 高知大学　理工学部、3. 高知大学　海洋コア総合研究センター、4. 海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター, 、5. 海洋研究開発機構　地球深部探査センター
1. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, 2. Faculty of Science and Technology, Kochi University, 3. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 4. Research and Development Center for Ocean Drilling Science, JAMSTEC, 5. Center for Deep Earth Exploration, JAMSTEC

About 100 m sediment cores were taken from off Cape Erimo, Hokkaido, Japan on the Shallow Core Program (SCORE) by D/V Chikyu in 2017. The sedimentary sequence is intercalated with mass transport deposits caused by earthquake-triggered submarine landslides and/or climate changes. Here we report a result of high-resolution continuous geochemical composition of these cores using XRF core scanning technique.

キーワード：襟裳岬沖掘削コア、XRFコアスキャナー、SCOREプログラム、地球深部探査船「ちきゅう」
Keywords: sediment core off Cape Erimo, XRF core scanner (ITARX), Shallow Core Program (SCORE), D/V Chikyu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊本地震震源断層掘削コアを用いた熱物性測定
Thermal property measurements of core samples retrieved from Futagawa fault drilling

*佐野 暉[1]、林 為人[1]、渋谷 奨[1,2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、石塚 師也[1]、林 愛明[3]
*Terasu Sano[1], Weiren Lin[1], Susumu Shibutani[1,2], Nana Kamiya[1], Tatsuhiro Sugimoto[1], Kazuya Ishitsuka[1], Aiming Lin[3]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 地圏総合コンサルタント、3. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Chi-ken Sogo Consultants Co., Ltd.,, 3. Graduate School of Science, Kyoto University

地球科学の分野では、地下の温度構造を理解することは重要である。地下の温度構造を決定するのは地殻熱流量と地層の熱伝導率であるため、地下深部から採取される岩石試料を用いて、熱伝導率ならびに熱拡散率、比熱を測定する必要がある。2017年から2018年にかけて熊本地震本震の震源断層である布田川断層を貫くように掘削された最大深度約700 mの掘削孔内の温度を測定したところ、明らかな温度異常が見られた（林ほか, 2019 JpGU）。この温度異常の原因を解明することは、阿蘇火山帯に位置する当該地域の地下温度構造を理解するだけでなく、地震メカニズムの更なる解明にもつながると期待される。そこで、当該掘削孔の岩石コア試料を用いて、深度約300～700 mに分布する地層を構成する主要な岩種の熱物性を測定し、この温度構造の異常を熱物性の観点から考察した。

熱物性測定用の試料として、熊本県益城町にある布田川断層掘削孔の前述深度区間において、主要な岩種から計20個のコア試料を採取した。このコアのサンプリングは、掘削された岩種のうちなるべく多くの種類を選びつつ、サンプリングした深度が大きく開きすぎないように留意して行った。なお、サンプリングした深度区間の主な岩種は、300 m～353 mが基底堆積物、353 m～514 mが安山岩、514 m～562 mが砂・礫岩、562 m～700 mが凝灰岩である。熱物性測定に用いた全岩石試料の基本物性として、密度と有効空隙率を測定した。その結果、含水飽和状態の湿潤密度は、基底堆積物層が1.57 g/㎤～2.02 g/㎤、安山岩層が2.31 g/㎤～2.95 g/cm^3、砂・礫岩層が2.29 g/㎤～2.41 g/cm^3、、凝灰岩層が1.99 g/㎤～2.29 g/cm^3となった。また、有効空隙率を測定したところ、基底堆積物層が40.0 %～47.8 %、安山岩層が3.1　%～25.5 %、砂・礫岩層が21.6%～29.4 %、凝灰岩層が19.4 %～35.8 %となり、非常に大きく変動することが判明した。

熱物性の測定には、非定常面熱源法（ホットディスク法）を用いた。ホットディスク法において、２つの試料でセンサーを挟んで測定する手法は、１つの試料を用いる手法より精度がよいと考えられるため、コア試料を3 cmの厚さに切り分け、1つのコアから４つのサブサンプルを取得、隣り合う２つのサブサンプルで１回の測定を行った。１つのコアにつき３回の測定を行い、平均値をそのコアの熱物性値とした。また、熱物性の測定は含水飽和と完全乾燥状態でそれぞれ行った。熱伝導率の測定結果は、基底堆積物層が0.88 W/(mK)～1.10 W/(mK)、安山岩層が1.00 W/(mK)～1.81 W/(mK)、砂・礫岩層が1.26 W/(mK)～1.31 W/(mK)、凝灰岩層が0.96 W/(mK)～1.27 W/(mK)となった。この値を用いて、温度構造に関する考察を行った。また、熱拡散率、比熱の測定結果は、基底堆積物層が0.26 ㎟/s～1.28 ㎟/s, 0.85 J/(g・K)～3.46 J/(g・K)、安山岩層が0.48 ㎟/s～0.91 ㎟/s, 1.36 J/(g・K)～2.60 J/(g・K)、砂・礫岩層が0.49 ㎟/s～0.66 ㎟/s, 1.95 J/(g・K)～2.70 J/(g・K)、凝灰岩層が0.40 ㎟/s～0.99 ㎟/s, 1.40 J/(g・K)～2.93 J/(g・K)となった。

林ほか（2019 JpGU）が行った掘削孔内の温度測定結果によれば、深部の約430～650 mの区間では、深くなるにつれ地層の温度がほぼ直線的に高くなる温度構造が認められ、その地温勾配は55 ℃/km程度であった。採取したコアの熱伝導率を、そのコアと同じ地質の層厚によって重みづけして平均熱伝導率を計算し

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

たうえ、フーリエの法則（j=λgradT、jは熱流量、λは熱伝導率、gradTは地温勾配）を用いて、当該深度範囲における地殻熱流量を求めた。さらに、当該掘削孔の深度範囲では、この熱流量以外の熱源がないと仮定し、かつ、熱伝導の定常状態として、同じフーリエの法則を用いて、実測した最深の温度からスタートし、各地層の熱伝導率を用いて、温度の深度プロファイルを試算した。

実測の温度プロファイルは深度約310～430 mの区間においては、ほぼ一定であり、その地温勾配が約1 ℃/kmという異常な温度分布の結果が得られた（林ほか, 2019 JpGU）。450 m以深では、試算の温度構造は実測の温度構造とよく一致しており、その深度区間では用いた仮定が正しいことが示唆された。一方、深度430 mと310 m付近では、熱物性値からの試算では、実測値の急激な温度勾配の変化を再現できなかった。すなわち、この温度異常は熱物性値の変化によるものではないと確認された。現段階では、この温度異常の原因として、地下水流動に伴う熱の移動の可能性があると推測される。今後は、さらに多くのコアの熱物性の測定を進め、より正確な熱物性の深度プロファイルを構築するとともに、この温度異常の原因究明に貢献したい。

キーワード：掘削孔、熱物性、温度
Keywords: Drilling, thermal properties, Temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東オーストラリア沖ロードハウライズ地域で採取された浅部コアの物性・強度試験結果：将来のロードハウライズライザー掘削に向けて
Results of geotechnical tests on shallow sediment cores recovered from Lord Howe Rise, off eastern Australia: Implications for future Lord Howe Rise riser drilling

*杉原 孝充[1]、青池 寛[1]、斎藤 実篤[2]、村山 達也[1]、武田 研太郎[1]、小野寺 拓也[3]、澄川 あゆみ[3]、木戸 ゆかり[1]、真田 佳典[1]
*Takamitsu Sugihara[1], Kan Aoike[1], Saneatsu Saito[2], Tatsuya Murayama[1], Kentaro Takeda[1], Takuya Onodera[3], Ayumi Sumikawa[3], Yukari Kido[1], Yoshinori Sanada[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部探査センター、2. 海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター、3. 日本海洋事業
1. Center for deep earth exploration, Japan Agency for Marine-Science and Technology, 2. Research and development center for ocean drilling science, Japan Agency for Marine-Science and Technology, 3. Nippon Marine Enterprises, Ltd.

Lord Howe Rise (LHR) Drilling Project (871-CPP2) is an accepted IODP drilling proposal to reconstruct Cretaceous tectonic history of northern Zealandia, designated as a Chikyu riser drilling project. In order to plan a riser drilling operation, it is important to evaluate mechanical strength and physical properties of shallow sediment (0 to 100 or 200 meters below sea floor, mbsf) for setting Blow-out Prevention (BOP) system and riser with heavy weight on the seafloor. Geotechnical core test (e.g., triaxial compressive test and consolidation test) is an essential work to directly measure rock strength and physical properties of geological materials. Therefore, the geotechnical core tests are usually conducted for the surface sediment to evaluate their mechanical and physical properties. In the LHR region, calcareous sediment is broadly and predominantly distributed, and clayey sediment is not observed in shallow sediments. In general, deep seafloor is composed of clayey sediment, and their mechanical and physical properties are well understood. However, mechanical and physical properties of calcareous sediment in both ambient and confined pressure conditions are not well known.

In this study, results of geotechnical test for shallow cores taken in the LHR region are presented, and characteristics of mechanical and physical properties (especially shear strength and permeability) are discussed.

Shallow cores for geotechnical test were taken by R/V Kairei with a gravity piston corer in KR17-15C and by D/V JOIDES Resolution with a rotary core barrel (RCB) in Expedition 371. The gravity piston coring by R/V Kairei was conducted at the proposed riser drilling sites DLHR-5A and -3A, and two cores with approximately 7 m length were taken at each site. The RCB coring by D/V JOIDES Resolution was conducted at Site U1506 in Expedition 371. A whole-round sample with 40 cm length was taken from U1506A-13R for our investigation, and depth of the whole-round sample is 116.5 mbsf. In order to measure physical and mechanical properties for the core samples, geotechnical tests of Penetrometer test, Bulk density, Grain density, Liquid limit, Plastic limit, Grain size distribution, Constant rate of strain consolidation test (CRSC test), and Triaxial compressive strength test with pore pressure measurement (Consolidated-Undrained conditions) were carried out.

Most of the tests except penetrometer test were carried out by OYO Co. Procedures of those

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

measurements and tests were based on the regulations established by Japanese Geotechnical Society (JGS) and Japanese Industrial Standards (JIS). Those are almost the same as their regulations in the ASTM.

All of core samples are composed of calcareous ooze, and grain size distribution of the core samples shows clay size fraction (less than 5 micro meters) is dominant (more than 80 %).

Based on the bulk density data, overburden stresses were calculated and consolidation pressures corresponding to depth of 10 to 240 mbsf for the triaxial test were estimated assuming k0 compaction (k0 factor = 0.5). The result of the triaxial test show shear strength profile gradually increases with depth and is almost identical to those of clayey sediment from Kumano Basin and Nankai Trough. However, the result of the penetrometer test indicates that shear strength of calcareous ooze under ambient condition is quite lower than those of clayey sediment. This observation suggests mechanical strength of calcareous ooze is easily released with depressurizing of sediment.

Based on the result of the CRSC test, it is indicated that calcareous ooze shows no obvious preconsolidation stress, and this result is in good agreement with the result of the triaxial test mentioned above. Permeability of calcareous ooze calculated from the CRSC test results is similar to sandy sediment and the results indicate calcareous ooze is more permeable as compared with clayey sediment.

Those results will be dedicated to analysis for the riser operation in the LHR area.

キーワード：ロードハウライズ、ライザー掘削、岩石強度試験、剪断強度、透水率
Keywords: Lord Howe Rise, Riser drilling, Rock strength test, Shear strength, Permeability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 4: Drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines.

*吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、杉村 幸祐[1]、兼松 慎[1]、東 充也[1]、Liebenberg Benni[2]、 van Heerden Esterhuizen[2]、Stephen Tau[3]、Siyanda Mngadi[3]、Ray Durrheim[3]、Martin Ziegler[4]、椋平 祐輔[5]、Ronald Conze[6]、矢部 康男[7]、金木 俊也[8]、Yokoyama Yuki[9]、Nomqhele Nkosi[10]、Dave Roberts[10]、Sifiso Buccio[11]、小笠原 宏[1]
*Shunsuke YOSHIDA[1], Tadokoro Ryogo[1], Kosuke Sugimura[1], Kanematsu Makoto[1], Mitsuya Higashi[1], Benni Liebenberg[2], Esterhuizen van Heerden[2], Stephen Tau[3], Siyanda Mngadi[3], Ray Durrheim[3], Martin Ziegler[4], Yusuke Mukuhira[5], Ronald Conze[6], Yasuo Yabe[7], Shunya Kaneki[8], Yuki Yokoyama[9], Nomqhele Nkosi[10], Dave Roberts[10], Sifiso Buccio[11], Hiroshi Ogasawara[1]

1. Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan、2. Moab Khotsong mine, Vijoenskroon、3. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience、4. ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、5. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ.、6. GFZ, Potzdam、7. Graduate School of Science, Tohoku Univ.、8. Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ.、9. Graduate School of Science,Osaka Univ.、10. Mandela Mining Precinct, CSIR、11. Council for Geoscience
1. Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan , 2. Moab Khotsong mine, Vijoenskroon, 3. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience, 4. ETH, Zurich Dep. Earth Sciences, 5. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ., 6. GFZ, Potzdam, 7. Graduate School of Science, Tohoku Univ., 8. Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., 9. Graduate School of Science,Osaka Univ., 10. Mandela Mining Precinct, CSIR, 11. Council for Geoscience

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. This M5.5 earthquake started from a depth about 5 km and ruptured West Rand Group below mining horizon on unknown geological structure in a deep gold mine. The mechanism of left-lateral slip of this M5.5 earthquake contradicted normal-faulting mechanisms of typical mining-induced earthquakes on mining horizons. The upper fringe of the aftershock zone was several hundreds of meters from the deepest level of the mine. Two NQ holes were collared at a depth of 2.9 km (95 level) below surface at a deep gold mine. Hole A (817m) deviated too much to intersect the M5.5 fault but Hole B (700m) intersected the M5.5 fault. A 3-m double-tube couldn't recover the fault material much, while a 1.5m triple-tube could recover the fault material more in Hole C branched from 544 m in Hole B. Geophysical logging, core logging, and water/gas monitoring followed drilling. All the core was transported to Mandela Mining Precinct, CSIR, Johannesburg and systematically described and scanned by the ICDP DMT scanner. Some of the core were selected for core stress measurements.

In JpGU 2019 meeting, nine papers (ICDP DSeis 1-9) report on the outcomes. This poster (ICDP DSeis 4) compiles drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines. A core orientation tool was used during drilling but not 100% reliable because there was a case that a bottom line in a core run was different by more than 90 degrees from the bottom line in the next core run. We elaborated to compare OTV image with core to carefully check the core orientation. The modified core orientation allowed us to modify the maximum stress direction that Ishida et al. (2018) measured. We could confirm good consistency with borehole breakout analysis (Richenbacher 2018; ETH master thesis). We will report on other associated outcomes. Refer other papers (ICDP DSeis 1-3, 5-9) for other related outcomes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 5: Diametrical Core Deformation Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives and transition in stress regimes.

*杉村 幸祐[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、小笠原 宏[2]、石田 亮壮、矢部 康男[3]、伊藤 高敏[4]、明雄 船戸[5]、Siyanda Mngadi[6]、Ray Durrheim[6]
*Kosuke Sugimura[1], Shunsuke YOSHIDA[1], Ryogo Tadokoro[1], Hiroshi Ogasawara[2], Akimasa Ishida, Yasuo Yabe[3], Takatoshi Ito[4], Akio Funato[5], Siyanda Mngadi[6], Ray Durrheim[6]

1. 立命館大学大学院　理工学研究科、2. 立命館大学　理工学部、3. 東北大学　理学部、4. 東北大学　流体科学研究所、5. 深田地質研究所、6. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience
1. Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan, 2. College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 3. Graduate School of Science, Tohoku Univ., 4. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ., 5. Fukada Geological Institute, 6. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Drilling was designed to minimize damage on core and borehole, being able to maximize core recovery. Hole A (817m) was drilled in 2017. It unfortunately didn't intersect the M5.5 fault, running eventually sub-parallel and roughly 100m from the aftershock zone. As the hole was stable we could recover almost 100% of core from the area traversing the periphery of the M5.5 aftershock zone for a distance of several hundreds of meters. Ishida et al. (2018) carried out Diametrical Core Diameter Analysis (Ito and Funato, 2017). This analysis measures the change in core diameter with roll angle around the core axis, which was caused by a relief of anisotropic stress during drilling. We used this analysis because (1) the expected stress was too high for hydrofracturing method, (2) uncertainty in stress magnitude is unavoidable in damage interpretations, (3) DSeis hole were too long for overcoring technique, and (4) DCDA is non-destructive and very easy to make if core is recovered. Ishida et al. (2018) measured 186 pieces of core from Hole A (817m collared at 2.9km depth) that were recovered near the M5.5 aftershock zone. They successfully illustrated spatial variation in differential stress in a plane perpendicular to Hole A axis. They found stress concentration at intrusives with one located at the depth of the upper fringe of the M5.5 aftershock zone. We carried out additional measurement for the remaining part of Hole A and Hole B. With additional data measured at adjacent locations, we could confirm that the stress concentration Ishida et al (2018) found at intrusives was not an outlier. We will report how Hole B that intersected the M5.5 fault differ from Hole A stress.

This is one of nine ICDP DSeis papers (ICDP DSeis 1-9) presented in JpGU 2019. Refer other papers for other topic on drilling, logging, other stress measurement, fault materials, comparison with calculated stress, legacy 3D seismic reflection data, and relocated aftershocks.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 6: Deformation Rate Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives

*兼松 慎[1]、東 充也[1]、矢部 康男[2]、阿部 周平[2]、Watson Bryan[3]、Durrheim Ray[3]、小笠原 宏[1]
*Kanematsu Makoto[1], Mitsuya Higashi[1], Yasuo Yabe[2], Shuhei Abe[2], Bryan Watson[3], Ray Durrheim[3], Hiroshi Ogasawara[1]

1. 立命館大学 理工学部　物理科学科、2. 東北大学理学研究科、3. Witwatersrand大
1. Ritsumeikan Univ., 2. Tohoku Univ., 3. Univ. Witwatersrand

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Ishida et al. (2018) and Sugimura et al. (2019; ICDP DSeis 5) report on spatial variation of differential stress in a plane perpendicular to the borehole axis. It is ideal to have different stress component especially at critical location where significant characteristics were found. Deformation Rate Analysis (Yamamoto, 2009) can measure stress in any direction although the method takes time and the specimen are not reusable for other test. So, we planned to selected samples where characteristic spatial variation was found by DCDA method (Ishida et al. 2018 and Sugimura et al. 2019). It was confirmed also in normal stress component along the borehole axis that stress was concentrated at the intrusive at about 400m.

This is one of nine ICDP DSeis papers (ICDP DSeis 1-9) presented in JpGU 2019. Refer other papers for other topics on drilling, logging, other stress measurement, fault materials, comparison with calculated stress, legacy 3D seismic reflection data, and relocated aftershocks.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

キーワード：地震発生場、応力測定、DRA
Keywords: Seismogenic zone, Stress Measurement, DRA

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 7: compilation of stress information and comparison with calculated stresses in the M5.5 aftershock zones

*東 充也[1]、矢部 康男[2]、杉村 幸佑[1]、石田 亮壮、兼松 慎[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、伊藤 高敏[4]、船戸 明雄[5]、小笠原 宏[3]
*Mitsuya Higashi[1], Yasuo Yabe[2], Kosuke Sugimura[1], Akimasa Ishida, Makoto Kanematsu[1], Shunsuke YOSHIDA[1], Ryogo Tadokoro[1], Takatoshi Ito[4], Akio Funato[5], Hiroshi Ogasawara[3]

1. 立命館大学大学院理工学研究科、2. 東北大学大学院理学研究科・理学部 附属地震・噴火予知研究観測センター、3. 立命館大学理工学部、4. 東北大学流体科学研究所、5. 深田地質研究所
1. Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 2. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 4. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ., 5. Fukada Geological Institute

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Spatial variation in stress was measured by Ishida et al. (2018) and Sugimura et al. (2019; ICDP DSeis 5) by DCDA method (Funato and Ito, 2017) and Kanematsu et al. (2019; ICDP DSeis 6). This poster reports on compilation of stress information including the other information sources and compares with calculated stress.

We first compared with a 3D stress state that Ogasawara et al. (2012) measured in 2011 at 98L (3.0 km depth from surface). We assume zero stress on surface, the measured 3D stress (normal faulting stress regime) at 3.0 km, and stress linearly increasing with depth. The calculated stress was consistent with DCDA results measured in the initial 100m section in Hole A, while inconsistent in deeper section. The calculated direction of maximum stress in a plane perpendicular to the borehole axis was also inconsistent with the measured stress information (Yoshida et al. 2019 JpGU; ICDP DSeis 5). Except for the stress concentration measured at intrusives, the measured DCDA results were systematically lower than the calculated stress. In a stress regime that caused the left-lateral horizontal slip on the M5.5 fault, horizontal stress should be larger, which will increase horizontal stress component in a plane perpendicular to the Hole A axis. This increase should decrease difference in stress in the plane perpendicular to the Hole A axis. By JpGU 2019, we will make additional effort to interpret more from the comparison between the measured and calculated stress.

This is one of nine papers (ICDP DSeis 1-9). Refer other papers for other topic on drilling, logging, other stress measurement, fault materials, legacy 3D seismic reflection data, and relocated aftershocks.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 8: the M5.5 fault structure and reflective intrusives in legacy 3D seismic reflection data

*野田 拓[1]、Manzi Musa[2]、Ogasawara Hiroyuki[1]、Linzer Lindsay[2]、Enslin Stephanie[2]、Durrheim Ray[2]、小笠原 宏[1]
*Noda Taku[1], Musa Manzi[2], Hiroyuki Ogasawara[1], Lindsay Linzer[2], Stephanie Enslin[2], Ray Durrheim[2], Hiroshi Ogasawara[1]

1. 立命館大学、2. Witwatersrand大
1. Ritsumeikan Univ., 2. Univ. Witwatersrand

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Hiroyuki et al. (2017 AGU) reported on legacy seismic reflection to analyze geological structures in the southern most area of the M5.5 aftershock zones. They found vertical structures in four 2-D lines that were potentially responsible for the M5.5 earthquake and illustrated cross-cutting relations of the M5.5 structure and other known faults that dislocated gold reefs more than several hundreds of meters both horizontally and vertically. Another legacy seismic reflection data which was recorded in 1996 and covered much wider area of the M5.5 aftershock zone was found. We calibrated velocity structure by tying with borehole data including DSeis Holes A and B, we found some of intrusives (sills) that Hole A and B were strong reflectors in the legacy 3D seismic reflection data.

Aftershocks located by in-mine 46 geophones are dense at the southern upper fringe, with a sharp cut-off dipping about 20 degrees to the south; some clear stripes of aftershocks are also seen, in parallel to the upper fringe (Tadokoro et al., JpGU2019, ICDP DSeis 9). It is interesting to note that the reflector (sills) are also in parallel to the upper fringe of the aftershock zone and the aftershock stripes. It is also notable that stress concentration is reported at the intrusives by Sugimura et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 5) and Kanematsu et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 6). Some mechanism that controls the extent of the aftershocks should exist.

This paper is one of nine papers (ICDP DSeis 1-9). Refer other papers for other topics, e.g. on drilling, logging, stress measurements and evaluation, fault materials, and relocated aftershocks.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

キーワード：ICDP DSeis、M5.5地震発生場、地震反射法探査
Keywords: ICDP DSeis, The M5.5 seismogenic zone, Seismic reflection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 9: are streaks in the M5.5 aftershocks potentially located on highly stressed intrusive?

*Ryogo Tadokoro[1], Katsuya Ishibashi[2], Horiuchi Shigeki[3], Hiroshi Ogasawara[4]

1. Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 2. School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 3. Homeseismo ltd., 4. College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Aftershocks located by in-mine 46 geophones are dense at the southern upper fringe, with a sharp cut-off dipping about 20 degrees to the south. Some clear stripes of aftershocks are also seen, in parallel to the upper fringe. It is interesting to note that the reflector (sills) are also in parallel to the upper fringe of the aftershock zone and the aftershock stripes. It is also notable that stress concentration is reported at the intrusives by Sugimura et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 5) and Kanematsu et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 6). Some mechanism that controls the extent of the aftershocks should exist.

In order to discuss further, we relocated aftershocks with the Double-Difference method (Waldhouser and Ellsworth, 2004). At the moment, we could relocate only 60 events at the upper fringe of the aftershocks. We used in-mine seismic network data of Anglogold Ashanti. P- and S- arrival times that the algorithm of Horiuchi et al. (2011) was used. A sharper alignment of aftershocks is successfully illustrated. By JpGU 2019, we will make additional efforts to extend the area of relocation to discuss more.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_32

[M-IS02] 地球掘削科学

コンビーナ:山田 泰広(海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター)、針金 由美子(産業技術総合研究所)、黒柳 あずみ(東北大学学術資源研究公開センター東北大学総合学術博物館)、山口 耕生(東邦大学, NASA Astrobiology Institute.)

これまでに実施された科学掘削データ・試料の解析・分析結果などの研究成果の報告と、今後の科学掘削計画に関する最新情報の紹介を目的とする。固体地球科学、古環境学、地球生命科学などの様々な分野からの成果を共有し、科学掘削を基軸とした学際的研究を推進する。最近１年間に実施されたICDPプロジェクトとIODP航海の概要報告を中心に、これまでに実施された掘削航海に関連して得られた最新研究成果と、今後数年間に具体化される科学掘削計画、掘削科学に関連する新規手法や技術開発研究等の報告を歓迎する。

[MIS02-P01] 地下生命圏研究における凍結コア試料の活用と名古屋議定書への対応

*肖 楠[1] (1.海洋研究開発機構)

[MIS02-P02] In-situ rock strength calculated from drilling parameters. Comparison of results from various sites.

*Adam Wspanialy[1]、Yasuhiro Yamada[1]、Saneatsu Saito[1]、KYAW MOE[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS02-P03] Interaction between submarine landslides and subseafloor sedimentary microbiome: Chikyu SCORE Expedition 910 off Cape Erimo

*星野 辰彦[1]、浦本 豪一郎[2]、藤内 智士[2]、諸野 祐樹[1]、井尻 暁[1]、鈴木 志野[1]、久保 雄介[1]、稲垣 史生[1]、Chikyu SCORE Exp. 910 研究者一同 (1.独立行政法人海洋研究開発機構、2.高知大学)

[MIS02-P04] 襟裳岬沖SCORE掘削コアのXRFコアスキャナー連続化学分析

*村山 雅史[1]、矢生 晋介[3]、藤内 智士[2]、浦本 豪一郎[3]、山田 泰広[4]、稲垣 史生[4]、久保 雄介[5] (1.高知大学　農林海洋科学部海洋資源科学科、2.高知大学　理工学部、3.高知大学　海洋コア総合研究センター、4.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター, 、5.海洋研究開発機構　地球深部探査センター)

[MIS02-P05] 熊本地震震源断層掘削コアを用いた熱物性測定

*佐野 暉[1]、林 為人[1]、渋谷 奨[1,2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、石塚 師也[1]、林 愛明[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.地圏総合コンサルタント、3.京都大学大学院理学研究科)

[MIS02-P06] 東オーストラリア沖ロードハウライズ地域で採取された浅部コアの物性・強度試験結果：将来のロードハウライズライザー掘削に向けて

*杉原 孝充[1]、青池 寛[1]、斎藤 実篤[2]、村山 達也[1]、武田 研太郎[1]、小野寺 拓也[3]、澄川 あゆみ[3]、木戸 ゆかり[1]、真田 佳典[1] (1.海洋研究開発機構　地球深部探査センター、2.海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター、3.日本海洋事業)

[MIS02-P07] ICDP DSeis 4: Drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines.

*吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、杉村 幸祐[1]、兼松 慎[1]、東 充也[1]、Liebenberg Benni[2]、 van Heerden Esterhuizen[2]、Stephen Tau[3]、Siyanda Mngadi[3]、Ray Durrheim[3]、Martin Ziegler[4]、椋平 祐輔[5]、Ronald Conze[6]、矢部 康男[7]、金木 俊也[8]、Yokoyama Yuki[9]、Nomqhele Nkosi[10]、Dave Roberts[10]、Sifiso Buccio[11]、小笠原 宏[1] (1.Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan、2.Moab Khotsong mine, Vijoenskroon、3.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience、4.ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、5.Inst. Fluid Science, Tohoku Univ.、6.GFZ, Potzdam、7.Graduate School of Science, Tohoku Univ.、8.Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ.、9.Graduate School of Science,Osaka Univ.、10.Mandela Mining Precinct, CSIR、11.Council for Geoscience)

[MIS02-P08] ICDP DSeis 5: Diametrical Core Deformation Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives and transition in stress regimes.

*杉村 幸祐[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、小笠原 宏[2]、石田 亮壮、矢部 康男[3]、伊藤 高敏[4]、明雄 船戸[5]、Siyanda Mngadi[6]、Ray Durrheim[6] (1.立命館大学大学院　理工学研究科、2.立命館大学　理工学部、3.東北大学　理学部、4.東北大学　流体科学研究所、5.深田地質研究所、6.Univ. Witwatersrand, School of Geoscience)

[MIS02-P09] ICDP DSeis 6: Deformation Rate Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives

*兼松 慎[1]、東 充也[1]、矢部 康男[2]、阿部 周平[2]、Watson Bryan[3]、Durrheim Ray[3]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学 理工学部　物理科学科、2.東北大学理学研究科、3.Witwatersrand大)

[MIS02-P10] ICDP DSeis 7: compilation of stress information and comparison with calculated stresses in the M5.5 aftershock zones

*東 充也[1]、矢部 康男[2]、杉村 幸佑[1]、石田 亮壮、兼松 慎[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、伊藤 高敏[4]、船戸 明雄[5]、小笠原 宏[3] (1.立命館大学大学院理工学研究科、2.東北大学大学院理学研究科・理学部 附属地震・噴火予知研究観測センター、3.立命館大学理工学部、4.東北大学流体科学研究所、5.深田地質研究所)

[MIS02-P11] ICDP DSeis 8: the M5.5 fault structure and reflective intrusives in legacy 3D seismic reflection data

*野田 拓[1]、Manzi Musa[2]、Ogasawara Hiroyuki[1]、Linzer Lindsay[2]、Enslin Stephanie[2]、Durrheim Ray[2]、小笠原 宏[1] (1.立命館大学、2.Witwatersrand大)

[MIS02-P12] ICDP DSeis 9: are streaks in the M5.5 aftershocks potentially located on highly stressed intrusive?

*Ryogo Tadokoro[1]、Katsuya Ishibashi[2]、Horiuchi Shigeki[3]、Hiroshi Ogasawara[4] (1.Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、2.School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.、3.Homeseismo ltd.、4.College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.)

地下生命圏研究における凍結コア試料の活用と名古屋議定書への対応
Utilization and curation of frozen core samples in IODP and implementation of the Nagoya Protocol in ocean drilling science

*肖 楠[1]
*Nan XIAO[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine Earthe Science and Technology

Deep biosphere research has become one of the major scientific focuses in ocean drilling science. How to access to core samples with sufficient quality has been a changes for scientists. Currently there are two methods of accessing to deep biosphere samples which are participating in drilling expeditions and requesting samples from core repositories. The Kochi Core Center has curated deep biosphere samples that were processed aseptically and stored at deep frozen (-80 degree C) condition from more than 10 drilling expeditions. Increased scientific attention to microbiological research of the subseafloor envrionment raises the complications and concerns related to adherence to the Nagoya Protocol of the Convention on Biological Diversity (CBD). The Nagoya Protocol is an international agreement that aims to guide countries in developing standart protocols and protections for accessing biological materials, and sharing benefits derived from their utilization. Since its commencement, the Nagoya Protocol has placed international biological research, especially fieldwork, under greater political scrutiny and increased its complexity due to the variation in implementation between nations. We present the central points of the Nagoya Protocol on access and benefit-sharing (ABS) and discuss their relationship to ocean drilling research. In addition, we address the challenges faced by ocean drilling in complying with this internation convention.

キーワード：海洋掘削、凍結コア試料、名古屋議定書、生物多様性
Keywords: ocean drilling program, frozen core sample, Nagoya Protocol, convention on biological diversity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In-situ rock strength calculated from drilling parameters. Comparison of results from various sites.

*Adam Wspanialy[1], Yasuhiro Yamada[1], Saneatsu Saito[1], KYAW MOE[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Drilling parameters are excellent datasets to understand in-situ physical properties of the rock. Continuous core samples along with parameters such as Torque, RPM, WOB and ROP have been collected during drilling operations. The borehole data acquisition was complemented with full LWD/MWD and wireline logging. After core delivery to surface core scratch tests have been carried out to measure Unconfined Compressive Strength (UCS). Our comprehensive approach enabled us to integrate all data and conduct detailed analysis of the in-situ subsurface physical and mechanical properties of a rock cut by a drill bit.

Here we present some results from offshore and onshore drilling experiments carried out in Japan, Oman and Australia. Methods such as Specific Energy (SE) and Equivalent Strength (EST) have been used to estimate in-situ rock properties, namely UCS and analyse drilling process.

Our results demonstrate that the calculated in-situ rock strength based on SE/EST methods correlates well with sonic derived UCS and core scratch derived UCS. Utilised methods also successfully detect fractures in the formation, show developing drilling dysfunctions such as vibration, and bit balling.

Keywords: rock strength, drilling parameters, Specific Energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interaction between submarine landslides and subseafloor sedimentary microbiome: Chikyu SCORE Expedition 910 off Cape Erimo

*星野 辰彦[1]、浦本 豪一郎[2]、藤内 智士[2]、諸野 祐樹[1]、井尻 暁[1]、鈴木 志野[1]、久保 雄介[1]、稲垣 史生[1]、Chikyu SCORE Exp. 910 研究者一同
*Tatsuhiko Hoshino[1], Go-Ichiro Uramoto[2], Satoshi Tonai[2], Yuki Morono[1], Akira Ijiri[1], Shino Suzuki[1], Yusuke Kubo[1], Fumio Inagaki[1], Chikyu SCORE Exp. 910 Scientists .

1. 独立行政法人海洋研究開発機構、2. 高知大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kochi University

During the past decades, scientific ocean drilling has explored the subseafloor sedimentary biosphere down to over 2 kilometers below seafloor (Inagaki et al., 2015). The total biomass and diversity of microbial community in the subseafloor biosphere are comparable to those in the hydrosphere (Kallmeyer et al., 2012). Taxonomic composition of subseafloor microbial communities are distinct from those of other habitats on Earth’ s surface, such as ocean and soil, inferring that adaptive evolution of microbial community to the energy-limited deep sedimentary habitats have occurred. In a previous study of bioturbated layers in surface marine sediments, it has been reported that seawater-migration by macrofauna activity during the initial depositional stage notably affected microbial community structures (Chen et al. 2017). Similarly, it can be hypothesized that submarine landslides have introduced easily degradable fresh organic matter and dissolved electron acceptors (e.g., oxygen, sulfate) to the sedimentary habitats, and consequently caused a shift of microbial communities and its function.

In 2017, we conducted the Chikyu’ s first SCORE Expedition 910 at the Hidaka Trough off Cap Erimo and obtained sediment cores down to 100 meters below the seafloor. In the core column, four intervals of deformed sediments were identified, indicating the occurrences of multiple submarine landslides in this area. In those deformed sediment intervals, we observed no clear anomaly in the profile of cell abundance, which decrease with sediment depth as generally seen in the other subserfloor sediments. In addition, pore water chemistry data do not show clear anomaly either, indicating recovery of sediment geochemistry from the turbation caused by landslides. While both profiles of microbial cell abundance and pore water geochemistry did not show anomaly in the deformed sediment intervals, the DNA-based analyses, showed some unusual appearances of microbial taxa relative to the depth, suggesting the potential migration of microbes from the upper horizons by submarine landslides.

Reference

Inagaki F, et al (2015). Science 349: 420-424; Kallmeyer J, et al (2012). Proc Natl Acad Sci U S A 109: 16213-16216; Chen X, et al (2017). Sci Rep 7: 2400.

キーワード：Chikyu SCORE、Deep biosphere、Mass transport deposit
Keywords: Chikyu SCORE, Deep biosphere, Mass transport deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

襟裳岬沖SCORE掘削コアのXRFコアスキャナー連続化学分析
High-resolution continuous records of the chemical composition of the marine sediment off Cape Erimo, Hokkaido, Japan

*村山 雅史[1]、矢生 晋介[3]、藤内 智士[2]、浦本 豪一郎[3]、山田 泰広[4]、稲垣 史生[4]、久保 雄介[5]
*Masafumi MURAYAMA[1], Shinsuke Yagyu[3], Satoshi Tonai[2], Go-Ichiro Uramoto[3], Yasuhiro Yamada[4], Fumio Inagaki[4], Yusuke Kubo[5]

1. 高知大学　農林海洋科学部海洋資源科学科、2. 高知大学　理工学部、3. 高知大学　海洋コア総合研究センター、4. 海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター, 、5. 海洋研究開発機構　地球深部探査センター
1. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University, 2. Faculty of Science and Technology, Kochi University, 3. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 4. Research and Development Center for Ocean Drilling Science, JAMSTEC, 5. Center for Deep Earth Exploration, JAMSTEC

About 100 m sediment cores were taken from off Cape Erimo, Hokkaido, Japan on the Shallow Core Program (SCORE) by D/V Chikyu in 2017. The sedimentary sequence is intercalated with mass transport deposits caused by earthquake-triggered submarine landslides and/or climate changes. Here we report a result of high-resolution continuous geochemical composition of these cores using XRF core scanning technique.

キーワード：襟裳岬沖掘削コア、XRFコアスキャナー、SCOREプログラム、地球深部探査船「ちきゅう」
Keywords: sediment core off Cape Erimo, XRF core scanner (ITARX), Shallow Core Program (SCORE), D/V Chikyu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊本地震震源断層掘削コアを用いた熱物性測定
Thermal property measurements of core samples retrieved from Futagawa fault drilling

*佐野 暉[1]、林 為人[1]、渋谷 奨[1,2]、神谷 奈々[1]、杉本 達洋[1]、石塚 師也[1]、林 愛明[3]
*Terasu Sano[1], Weiren Lin[1], Susumu Shibutani[1,2], Nana Kamiya[1], Tatsuhiro Sugimoto[1], Kazuya Ishitsuka[1], Aiming Lin[3]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 地圏総合コンサルタント、3. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Chi-ken Sogo Consultants Co., Ltd.,, 3. Graduate School of Science, Kyoto University

地球科学の分野では、地下の温度構造を理解することは重要である。地下の温度構造を決定するのは地殻熱流量と地層の熱伝導率であるため、地下深部から採取される岩石試料を用いて、熱伝導率ならびに熱拡散率、比熱を測定する必要がある。2017年から2018年にかけて熊本地震本震の震源断層である布田川断層を貫くように掘削された最大深度約700 mの掘削孔内の温度を測定したところ、明らかな温度異常が見られた（林ほか, 2019 JpGU）。この温度異常の原因を解明することは、阿蘇火山帯に位置する当該地域の地下温度構造を理解するだけでなく、地震メカニズムの更なる解明にもつながると期待される。そこで、当該掘削孔の岩石コア試料を用いて、深度約300～700 mに分布する地層を構成する主要な岩種の熱物性を測定し、この温度構造の異常を熱物性の観点から考察した。

熱物性測定用の試料として、熊本県益城町にある布田川断層掘削孔の前述深度区間において、主要な岩種から計20個のコア試料を採取した。このコアのサンプリングは、掘削された岩種のうちなるべく多くの種類を選びつつ、サンプリングした深度が大きく開きすぎないように留意して行った。なお、サンプリングした深度区間の主な岩種は、300 m～353 mが基底堆積物、353 m～514 mが安山岩、514 m～562 mが砂・礫岩、562 m～700 mが凝灰岩である。熱物性測定に用いた全岩石試料の基本物性として、密度と有効空隙率を測定した。その結果、含水飽和状態の湿潤密度は、基底堆積物層が1.57 g/㎤～2.02 g/㎤、安山岩層が2.31 g/㎤～2.95 g/cm^3、砂・礫岩層が2.29 g/㎤～2.41 g/cm^3、、凝灰岩層が1.99 g/㎤～2.29 g/cm^3となった。また、有効空隙率を測定したところ、基底堆積物層が40.0 %～47.8 %、安山岩層が3.1　%～25.5 %、砂・礫岩層が21.6%～29.4 %、凝灰岩層が19.4 %～35.8 %となり、非常に大きく変動することが判明した。

熱物性の測定には、非定常面熱源法（ホットディスク法）を用いた。ホットディスク法において、２つの試料でセンサーを挟んで測定する手法は、１つの試料を用いる手法より精度がよいと考えられるため、コア試料を3 cmの厚さに切り分け、1つのコアから４つのサブサンプルを取得、隣り合う２つのサブサンプルで１回の測定を行った。１つのコアにつき３回の測定を行い、平均値をそのコアの熱物性値とした。また、熱物性の測定は含水飽和と完全乾燥状態でそれぞれ行った。熱伝導率の測定結果は、基底堆積物層が0.88 W/(mK)～1.10 W/(mK)、安山岩層が1.00 W/(mK)～1.81 W/(mK)、砂・礫岩層が1.26 W/(mK)～1.31 W/(mK)、凝灰岩層が0.96 W/(mK)～1.27 W/(mK)となった。この値を用いて、温度構造に関する考察を行った。また、熱拡散率、比熱の測定結果は、基底堆積物層が0.26 ㎟/s～1.28 ㎟/s, 0.85 J/(g・K)～3.46 J/(g・K)、安山岩層が0.48 ㎟/s～0.91 ㎟/s, 1.36 J/(g・K)～2.60 J/(g・K)、砂・礫岩層が0.49 ㎟/s～0.66 ㎟/s, 1.95 J/(g・K)～2.70 J/(g・K)、凝灰岩層が0.40 ㎟/s～0.99 ㎟/s, 1.40 J/(g・K)～2.93 J/(g・K)となった。

林ほか（2019 JpGU）が行った掘削孔内の温度測定結果によれば、深部の約430～650 mの区間では、深くなるにつれ地層の温度がほぼ直線的に高くなる温度構造が認められ、その地温勾配は55 ℃/km程度であった。採取したコアの熱伝導率を、そのコアと同じ地質の層厚によって重みづけして平均熱伝導率を計算し

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

たうえ、フーリエの法則（j=λgradT、jは熱流量、λは熱伝導率、gradTは地温勾配）を用いて、当該深度範囲における地殻熱流量を求めた。さらに、当該掘削孔の深度範囲では、この熱流量以外の熱源がないと仮定し、かつ、熱伝導の定常状態として、同じフーリエの法則を用いて、実測した最深の温度からスタートし、各地層の熱伝導率を用いて、温度の深度プロファイルを試算した。

実測の温度プロファイルは深度約310～430 mの区間においては、ほぼ一定であり、その地温勾配が約1 ℃/kmという異常な温度分布の結果が得られた（林ほか, 2019 JpGU）。450 m以深では、試算の温度構造は実測の温度構造とよく一致しており、その深度区間では用いた仮定が正しいことが示唆された。一方、深度430 mと310 m付近では、熱物性値からの試算では、実測値の急激な温度勾配の変化を再現できなかった。すなわち、この温度異常は熱物性値の変化によるものではないと確認された。現段階では、この温度異常の原因として、地下水流動に伴う熱の移動の可能性があると推測される。今後は、さらに多くのコアの熱物性の測定を進め、より正確な熱物性の深度プロファイルを構築するとともに、この温度異常の原因究明に貢献したい。

キーワード：掘削孔、熱物性、温度
Keywords: Drilling, thermal properties, Temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東オーストラリア沖ロードハウライズ地域で採取された浅部コアの物性・強度試験結果：将来のロードハウライズライザー掘削に向けて
Results of geotechnical tests on shallow sediment cores recovered from Lord Howe Rise, off eastern Australia: Implications for future Lord Howe Rise riser drilling

*杉原 孝充[1]、青池 寛[1]、斎藤 実篤[2]、村山 達也[1]、武田 研太郎[1]、小野寺 拓也[3]、澄川 あゆみ[3]、木戸 ゆかり[1]、真田 佳典[1]
*Takamitsu Sugihara[1], Kan Aoike[1], Saneatsu Saito[2], Tatsuya Murayama[1], Kentaro Takeda[1], Takuya Onodera[3], Ayumi Sumikawa[3], Yukari Kido[1], Yoshinori Sanada[1]

1. 海洋研究開発機構　地球深部探査センター、2. 海洋研究開発機構　海洋掘削科学研究開発センター、3. 日本海洋事業
1. Center for deep earth exploration, Japan Agency for Marine-Science and Technology, 2. Research and development center for ocean drilling science, Japan Agency for Marine-Science and Technology, 3. Nippon Marine Enterprises, Ltd.

Lord Howe Rise (LHR) Drilling Project (871-CPP2) is an accepted IODP drilling proposal to reconstruct Cretaceous tectonic history of northern Zealandia, designated as a Chikyu riser drilling project. In order to plan a riser drilling operation, it is important to evaluate mechanical strength and physical properties of shallow sediment (0 to 100 or 200 meters below sea floor, mbsf) for setting Blow-out Prevention (BOP) system and riser with heavy weight on the seafloor. Geotechnical core test (e.g., triaxial compressive test and consolidation test) is an essential work to directly measure rock strength and physical properties of geological materials. Therefore, the geotechnical core tests are usually conducted for the surface sediment to evaluate their mechanical and physical properties. In the LHR region, calcareous sediment is broadly and predominantly distributed, and clayey sediment is not observed in shallow sediments. In general, deep seafloor is composed of clayey sediment, and their mechanical and physical properties are well understood. However, mechanical and physical properties of calcareous sediment in both ambient and confined pressure conditions are not well known.

In this study, results of geotechnical test for shallow cores taken in the LHR region are presented, and characteristics of mechanical and physical properties (especially shear strength and permeability) are discussed.

Shallow cores for geotechnical test were taken by R/V Kairei with a gravity piston corer in KR17-15C and by D/V JOIDES Resolution with a rotary core barrel (RCB) in Expedition 371. The gravity piston coring by R/V Kairei was conducted at the proposed riser drilling sites DLHR-5A and -3A, and two cores with approximately 7 m length were taken at each site. The RCB coring by D/V JOIDES Resolution was conducted at Site U1506 in Expedition 371. A whole-round sample with 40 cm length was taken from U1506A-13R for our investigation, and depth of the whole-round sample is 116.5 mbsf. In order to measure physical and mechanical properties for the core samples, geotechnical tests of Penetrometer test, Bulk density, Grain density, Liquid limit, Plastic limit, Grain size distribution, Constant rate of strain consolidation test (CRSC test), and Triaxial compressive strength test with pore pressure measurement (Consolidated-Undrained conditions) were carried out.

Most of the tests except penetrometer test were carried out by OYO Co. Procedures of those

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

measurements and tests were based on the regulations established by Japanese Geotechnical Society (JGS) and Japanese Industrial Standards (JIS). Those are almost the same as their regulations in the ASTM.

All of core samples are composed of calcareous ooze, and grain size distribution of the core samples shows clay size fraction (less than 5 micro meters) is dominant (more than 80 %).

Based on the bulk density data, overburden stresses were calculated and consolidation pressures corresponding to depth of 10 to 240 mbsf for the triaxial test were estimated assuming k0 compaction (k0 factor = 0.5). The result of the triaxial test show shear strength profile gradually increases with depth and is almost identical to those of clayey sediment from Kumano Basin and Nankai Trough. However, the result of the penetrometer test indicates that shear strength of calcareous ooze under ambient condition is quite lower than those of clayey sediment. This observation suggests mechanical strength of calcareous ooze is easily released with depressurizing of sediment.

Based on the result of the CRSC test, it is indicated that calcareous ooze shows no obvious preconsolidation stress, and this result is in good agreement with the result of the triaxial test mentioned above. Permeability of calcareous ooze calculated from the CRSC test results is similar to sandy sediment and the results indicate calcareous ooze is more permeable as compared with clayey sediment.

Those results will be dedicated to analysis for the riser operation in the LHR area.

キーワード：ロードハウライズ、ライザー掘削、岩石強度試験、剪断強度、透水率
Keywords: Lord Howe Rise, Riser drilling, Rock strength test, Shear strength, Permeability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 4: Drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines.

*吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、杉村 幸祐[1]、兼松 慎[1]、東 充也[1]、Liebenberg Benni[2]、 van Heerden Esterhuizen[2]、Stephen Tau[3]、Siyanda Mngadi[3]、Ray Durrheim[3]、Martin Ziegler[4]、椋平 祐輔[5]、Ronald Conze[6]、矢部 康男[7]、金木 俊也[8]、Yokoyama Yuki[9]、Nomqhele Nkosi[10]、Dave Roberts[10]、Sifiso Buccio[11]、小笠原 宏[1]
*Shunsuke YOSHIDA[1], Tadokoro Ryogo[1], Kosuke Sugimura[1], Kanematsu Makoto[1], Mitsuya Higashi[1], Benni Liebenberg[2], Esterhuizen van Heerden[2], Stephen Tau[3], Siyanda Mngadi[3], Ray Durrheim[3], Martin Ziegler[4], Yusuke Mukuhira[5], Ronald Conze[6], Yasuo Yabe[7], Shunya Kaneki[8], Yuki Yokoyama[9], Nomqhele Nkosi[10], Dave Roberts[10], Sifiso Buccio[11], Hiroshi Ogasawara[1]

1. Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan、2. Moab Khotsong mine, Vijoenskroon、3. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience、4. ETH, Zurich Dep. Earth Sciences、5. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ.、6. GFZ, Potzdam、7. Graduate School of Science, Tohoku Univ.、8. Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ.、9. Graduate School of Science,Osaka Univ.、10. Mandela Mining Precinct, CSIR、11. Council for Geoscience
1. Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan , 2. Moab Khotsong mine, Vijoenskroon, 3. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience, 4. ETH, Zurich Dep. Earth Sciences, 5. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ., 6. GFZ, Potzdam, 7. Graduate School of Science, Tohoku Univ., 8. Disaster Prevention Research Inst., Kyoto Univ., 9. Graduate School of Science,Osaka Univ., 10. Mandela Mining Precinct, CSIR, 11. Council for Geoscience

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. This M5.5 earthquake started from a depth about 5 km and ruptured West Rand Group below mining horizon on unknown geological structure in a deep gold mine. The mechanism of left-lateral slip of this M5.5 earthquake contradicted normal-faulting mechanisms of typical mining-induced earthquakes on mining horizons. The upper fringe of the aftershock zone was several hundreds of meters from the deepest level of the mine. Two NQ holes were collared at a depth of 2.9 km (95 level) below surface at a deep gold mine. Hole A (817m) deviated too much to intersect the M5.5 fault but Hole B (700m) intersected the M5.5 fault. A 3-m double-tube couldn't recover the fault material much, while a 1.5m triple-tube could recover the fault material more in Hole C branched from 544 m in Hole B. Geophysical logging, core logging, and water/gas monitoring followed drilling. All the core was transported to Mandela Mining Precinct, CSIR, Johannesburg and systematically described and scanned by the ICDP DMT scanner. Some of the core were selected for core stress measurements.

In JpGU 2019 meeting, nine papers (ICDP DSeis 1-9) report on the outcomes. This poster (ICDP DSeis 4) compiles drilling, core logging, and in-hole geophysical logging of ICDP DSeis drilling into the M5.5 aftershock zones in a South African gold mines. A core orientation tool was used during drilling but not 100% reliable because there was a case that a bottom line in a core run was different by more than 90 degrees from the bottom line in the next core run. We elaborated to compare OTV image with core to carefully check the core orientation. The modified core orientation allowed us to modify the maximum stress direction that Ishida et al. (2018) measured. We could confirm good consistency with borehole breakout analysis (Richenbacher 2018; ETH master thesis). We will report on other associated outcomes. Refer other papers (ICDP DSeis 1-3, 5-9) for other related outcomes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 5: Diametrical Core Deformation Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives and transition in stress regimes.

*杉村 幸祐[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、小笠原 宏[2]、石田 亮壮、矢部 康男[3]、伊藤 高敏[4]、明雄 船戸[5]、Siyanda Mngadi[6]、Ray Durrheim[6]
*Kosuke Sugimura[1], Shunsuke YOSHIDA[1], Ryogo Tadokoro[1], Hiroshi Ogasawara[2], Akimasa Ishida, Yasuo Yabe[3], Takatoshi Ito[4], Akio Funato[5], Siyanda Mngadi[6], Ray Durrheim[6]

1. 立命館大学大学院　理工学研究科、2. 立命館大学　理工学部、3. 東北大学　理学部、4. 東北大学　流体科学研究所、5. 深田地質研究所、6. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience
1. Graduate school of science and engineering, Ritsumeikan, 2. College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 3. Graduate School of Science, Tohoku Univ., 4. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ., 5. Fukada Geological Institute, 6. Univ. Witwatersrand, School of Geoscience

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Drilling was designed to minimize damage on core and borehole, being able to maximize core recovery. Hole A (817m) was drilled in 2017. It unfortunately didn't intersect the M5.5 fault, running eventually sub-parallel and roughly 100m from the aftershock zone. As the hole was stable we could recover almost 100% of core from the area traversing the periphery of the M5.5 aftershock zone for a distance of several hundreds of meters. Ishida et al. (2018) carried out Diametrical Core Diameter Analysis (Ito and Funato, 2017). This analysis measures the change in core diameter with roll angle around the core axis, which was caused by a relief of anisotropic stress during drilling. We used this analysis because (1) the expected stress was too high for hydrofracturing method, (2) uncertainty in stress magnitude is unavoidable in damage interpretations, (3) DSeis hole were too long for overcoring technique, and (4) DCDA is non-destructive and very easy to make if core is recovered. Ishida et al. (2018) measured 186 pieces of core from Hole A (817m collared at 2.9km depth) that were recovered near the M5.5 aftershock zone. They successfully illustrated spatial variation in differential stress in a plane perpendicular to Hole A axis. They found stress concentration at intrusives with one located at the depth of the upper fringe of the M5.5 aftershock zone. We carried out additional measurement for the remaining part of Hole A and Hole B. With additional data measured at adjacent locations, we could confirm that the stress concentration Ishida et al (2018) found at intrusives was not an outlier. We will report how Hole B that intersected the M5.5 fault differ from Hole A stress.

This is one of nine ICDP DSeis papers (ICDP DSeis 1-9) presented in JpGU 2019. Refer other papers for other topic on drilling, logging, other stress measurement, fault materials, comparison with calculated stress, legacy 3D seismic reflection data, and relocated aftershocks.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 6: Deformation Rate Analysis of the M5.5 aftershock zone core - stress concentration at reflective intrusives

*兼松 慎[1]、東 充也[1]、矢部 康男[2]、阿部 周平[2]、Watson Bryan[3]、Durrheim Ray[3]、小笠原 宏[1]
*Kanematsu Makoto[1], Mitsuya Higashi[1], Yasuo Yabe[2], Shuhei Abe[2], Bryan Watson[3], Ray Durrheim[3], Hiroshi Ogasawara[1]

1. 立命館大学 理工学部　物理科学科、2. 東北大学理学研究科、3. Witwatersrand大
1. Ritsumeikan Univ., 2. Tohoku Univ., 3. Univ. Witwatersrand

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Ishida et al. (2018) and Sugimura et al. (2019; ICDP DSeis 5) report on spatial variation of differential stress in a plane perpendicular to the borehole axis. It is ideal to have different stress component especially at critical location where significant characteristics were found. Deformation Rate Analysis (Yamamoto, 2009) can measure stress in any direction although the method takes time and the specimen are not reusable for other test. So, we planned to selected samples where characteristic spatial variation was found by DCDA method (Ishida et al. 2018 and Sugimura et al. 2019). It was confirmed also in normal stress component along the borehole axis that stress was concentrated at the intrusive at about 400m.

This is one of nine ICDP DSeis papers (ICDP DSeis 1-9) presented in JpGU 2019. Refer other papers for other topics on drilling, logging, other stress measurement, fault materials, comparison with calculated stress, legacy 3D seismic reflection data, and relocated aftershocks.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

キーワード：地震発生場、応力測定、DRA
Keywords: Seismogenic zone, Stress Measurement, DRA

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 7: compilation of stress information and comparison with calculated stresses in the M5.5 aftershock zones

*東 充也[1]、矢部 康男[2]、杉村 幸佑[1]、石田 亮壮、兼松 慎[1]、吉田 峻輔[1]、田所 遼悟[1]、伊藤 高敏[4]、船戸 明雄[5]、小笠原 宏[3]
*Mitsuya Higashi[1], Yasuo Yabe[2], Kosuke Sugimura[1], Akimasa Ishida, Makoto Kanematsu[1], Shunsuke YOSHIDA[1], Ryogo Tadokoro[1], Takatoshi Ito[4], Akio Funato[5], Hiroshi Ogasawara[3]

1. 立命館大学大学院理工学研究科、2. 東北大学大学院理学研究科・理学部 附属地震・噴火予知研究観測センター、3. 立命館大学理工学部、4. 東北大学流体科学研究所、5. 深田地質研究所
1. Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 2. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 4. Inst. Fluid Science, Tohoku Univ., 5. Fukada Geological Institute

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Spatial variation in stress was measured by Ishida et al. (2018) and Sugimura et al. (2019; ICDP DSeis 5) by DCDA method (Funato and Ito, 2017) and Kanematsu et al. (2019; ICDP DSeis 6). This poster reports on compilation of stress information including the other information sources and compares with calculated stress.

We first compared with a 3D stress state that Ogasawara et al. (2012) measured in 2011 at 98L (3.0 km depth from surface). We assume zero stress on surface, the measured 3D stress (normal faulting stress regime) at 3.0 km, and stress linearly increasing with depth. The calculated stress was consistent with DCDA results measured in the initial 100m section in Hole A, while inconsistent in deeper section. The calculated direction of maximum stress in a plane perpendicular to the borehole axis was also inconsistent with the measured stress information (Yoshida et al. 2019 JpGU; ICDP DSeis 5). Except for the stress concentration measured at intrusives, the measured DCDA results were systematically lower than the calculated stress. In a stress regime that caused the left-lateral horizontal slip on the M5.5 fault, horizontal stress should be larger, which will increase horizontal stress component in a plane perpendicular to the Hole A axis. This increase should decrease difference in stress in the plane perpendicular to the Hole A axis. By JpGU 2019, we will make additional effort to interpret more from the comparison between the measured and calculated stress.

This is one of nine papers (ICDP DSeis 1-9). Refer other papers for other topic on drilling, logging, other stress measurement, fault materials, legacy 3D seismic reflection data, and relocated aftershocks.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 8: the M5.5 fault structure and reflective intrusives in legacy 3D seismic reflection data

*野田 拓[1]、Manzi Musa[2]、Ogasawara Hiroyuki[1]、Linzer Lindsay[2]、Enslin Stephanie[2]、Durrheim Ray[2]、小笠原 宏[1]
*Noda Taku[1], Musa Manzi[2], Hiroyuki Ogasawara[1], Lindsay Linzer[2], Stephanie Enslin[2], Ray Durrheim[2], Hiroshi Ogasawara[1]

1. 立命館大学、2. Witwatersrand大
1. Ritsumeikan Univ., 2. Univ. Witwatersrand

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Hiroyuki et al. (2017 AGU) reported on legacy seismic reflection to analyze geological structures in the southern most area of the M5.5 aftershock zones. They found vertical structures in four 2-D lines that were potentially responsible for the M5.5 earthquake and illustrated cross-cutting relations of the M5.5 structure and other known faults that dislocated gold reefs more than several hundreds of meters both horizontally and vertically. Another legacy seismic reflection data which was recorded in 1996 and covered much wider area of the M5.5 aftershock zone was found. We calibrated velocity structure by tying with borehole data including DSeis Holes A and B, we found some of intrusives (sills) that Hole A and B were strong reflectors in the legacy 3D seismic reflection data.

Aftershocks located by in-mine 46 geophones are dense at the southern upper fringe, with a sharp cut-off dipping about 20 degrees to the south; some clear stripes of aftershocks are also seen, in parallel to the upper fringe (Tadokoro et al., JpGU2019, ICDP DSeis 9). It is interesting to note that the reflector (sills) are also in parallel to the upper fringe of the aftershock zone and the aftershock stripes. It is also notable that stress concentration is reported at the intrusives by Sugimura et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 5) and Kanematsu et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 6). Some mechanism that controls the extent of the aftershocks should exist.

This paper is one of nine papers (ICDP DSeis 1-9). Refer other papers for other topics, e.g. on drilling, logging, stress measurements and evaluation, fault materials, and relocated aftershocks.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

キーワード：ICDP DSeis、M5.5地震発生場、地震反射法探査
Keywords: ICDP DSeis, The M5.5 seismogenic zone, Seismic reflection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICDP DSeis 9: are streaks in the M5.5 aftershocks potentially located on highly stressed intrusive?

*Ryogo Tadokoro[1], Katsuya Ishibashi[2], Horiuchi Shigeki[3], Hiroshi Ogasawara[4]

1. Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 2. School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ., 3. Homeseismo ltd., 4. College of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

ICDP drilling into the aftershock zone of the 2014 M5.5 earthquake near Orkney, South Africa commenced on 2017 and was completed in 2018. Aftershocks located by in-mine 46 geophones are dense at the southern upper fringe, with a sharp cut-off dipping about 20 degrees to the south. Some clear stripes of aftershocks are also seen, in parallel to the upper fringe. It is interesting to note that the reflector (sills) are also in parallel to the upper fringe of the aftershock zone and the aftershock stripes. It is also notable that stress concentration is reported at the intrusives by Sugimura et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 5) and Kanematsu et al. (JpGU2019; ICDP DSeis 6). Some mechanism that controls the extent of the aftershocks should exist.

In order to discuss further, we relocated aftershocks with the Double-Difference method (Waldhouser and Ellsworth, 2004). At the moment, we could relocate only 60 events at the upper fringe of the aftershocks. We used in-mine seismic network data of Anglogold Ashanti. P- and S- arrival times that the algorithm of Horiuchi et al. (2011) was used. A sharper alignment of aftershocks is successfully illustrated. By JpGU 2019, we will make additional efforts to extend the area of relocation to discuss more.

Acknowledgement: The DSeis team includes co-authors of the papers ICDP DSeis 2-9 and members shown at https://www.icdp-online.org/projects/world/africa/orkney-s-africa/details/. We thank Harmony Gold, Anglogold Ashanthi, Lesedi, Digital Surveying, OHMS, Seismogen, 3D Geoscience. ICDP, JSPS, SA NRF, MEXT Japan, US NSF, German DRF, and Ritsumeikan Univ. financially support the project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[M-IS08] ジオパーク

コンビーナ:尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、田所 敬一(名古屋大学地震火山研究センター)

ジオパークに関する領域横断的な発表を対象とする。トピックとして，地球惑星科学的資源，ジオダイバーシティ，ジオコンサベーション，ジオツーリズム，持続可能な地域振興，ガバナンス，危機管理，科学コミュニケーション，地球惑星科学の教育などがあげられる。これらのトピックを通して，ジオパークを科学の側から支える議論をしたい。

[MIS08-P01] 大雪山カムイミンタラジオパーク構想の取組

*川辺 英行[1] (1.大雪山カムイミンタラジオパーク構想推進協議会)

[MIS08-P02] 「濁澄橋」が示す意味の再検討～白山手取川ジオパーク，牛首川・尾添川合流点の濁度特性～

*青木 賢人[1] (1.金沢大学地域創造学類)

[MIS08-P03] 山陰海岸ジオパークにおける学術研究奨励事業の取り組み

*郡山 鈴夏[1] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P04] 地域住民によるモニタリング調査のジオパークへの活用：桜浜の地形変化

*今井 悟[1]、佐藤 久晃[1]、平野 順久 (1.土佐清水ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P05] おおいた豊後大野ジオパーク，軸丸棚田（日本の棚田百選）の形成と地形・地質環境

*吉岡 敏和[1] (1.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P06] おおいた豊後大野ジオパーク,軸丸棚田における土地利用と植生との関係

*岩里 実季[1]、吉岡 敏和[2] (1.豊後大野市役所商工観光課、2.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P07] **阿蘇ユネスコ世界ジオパークにおけるアウトリーチ**

*鍵山 恒臣[1]、渡辺 一徳[1]、池辺 伸一郎[1]、石松 昭信[1]、豊村 克則[2]、兒玉 夏子[1]、高森 秀平[1]、宮北 志野[1] (1.阿蘇ジオパーク推進協議会、2.阿蘇火山博物館)

[MIS08-P08] Geoscientific Setting and Educational Significances of Yonaguni Island in the Ryukyu Arc, Eastern Asia

*尾方 隆幸[1]、奈良 正和[2]、大坪 誠[3]、柴田 伊廣[4] (1.琉球大学島嶼防災研究センター、2.高知大学教育研究部自然科学系理学部門、3.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、4.文化庁文化財部記念物課天然記念物部門)

大雪山カムイミンタラジオパーク構想の取組
The efforts of Mt.Daisetsu-Kamuymintar Geopark Project

*川辺 英行[1]
*hideyuki kawabe[1]

1. 大雪山カムイミンタラジオパーク構想推進協議会
1. -

当地域では，旭川市，鷹栖町，東神楽町，比布町，当麻町，愛別町，上川町，東川町を範囲とする「大雪山カムイミンタラジオパーク構想」を推進している。
2012年から「あさひかわジオパークの会」を中心に行われてきた「カムイの大地ジオツアー」「ジオフォーラム」などの市民活動を背景に，2017年には関係自治体と市民団体による準備組織を立ち上げ，ジオパークを目指す地域として日本ジオパークネットワークに準会員として加盟した。2018年8月には，事業者団体等も加えた協議会に推進体制を移行したところである。
本発表では，大雪山カムイミンタラジオパーク構想及びその取組について紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「濁澄橋」が示す意味の再検討 ～白山手取川ジオパーク，牛首川・尾添川合流点の濁度特性～

Re-examination of meaning indicated by "Nigori-Sumi (Muddy and clear) Bridge" ~Turbidity Characteristic of Meeting Point of the Ushikubi River and the Ozo River, in Hakusan Tedorigawa Geopark ~

*青木 賢人[1]
*Tatsuto Aoki[1]

1. 金沢大学地域創造学類
1. School of Regional Development Studies, Kanazawa University

白山手取川ジオパークを貫流する手取川水系をなす主要な流路として，白山西側の旧白峰村を源流とする幹線流路である牛首川と，北側の旧小口村を源流とする支流の尾添川がある．この二つの流路は旧小口村瀬戸地区の「濁澄橋」付近で合流し，手取川となって北流する．「濁澄」の語が意味するものは，二つの流路の濁度の違いである．白山手取川ジオパークのホームページには以下のように記され，濁度の高い水と低い水が合流している様子が写った写真が添えられている．

名前の由来は、手取川と尾添川の合流部にあり、荒天時には尾添川の濁りが久しく澄まないことからこの名前が付けられたと伝えられている。現在も同じく合流点では、清流と濁流の２色のコントラストを見ることができる。

今回の報告では，この二つの流路の濁度について計測を行い，人為的な河川管理との関係を整理した上で，「濁澄」の語が持つ今日的な意味を再検討した．

牛首川は白山御前峰（2702m），尾添川は白山大汝峰（2684m）を源流とし，濁澄橋付近の標高240mで合流する．地理院地図上で計測すると，合流点までの流路長は牛首川が34.3km（平均河床勾配71.8‰），尾添川が24.5km（同107.9‰）であり，尾添川の方が急勾配である．流域にはいずれも崩壊地・地滑りが多く分布している．ただし，尾添川源流域の地獄谷には古白山の火道があったと考えられており（長岡，1972），激しい変質が認められる．牛首川の流路には手取川ダムが建設されており，その流量はダムによってコントロールされている．一方，尾添川にはいくつかの砂防堰堤は建設されているがダムがなく，流量はコントロールされていない．

牛首川流域のダム上流側，手取ダム湖，およびその直下，尾添川，濁澄橋下流の合計5か所において台風による大規模出水の直後に採水を行い，濁度の変化を記録した．合わせて，国土交通省による水位観測データを合わせて分析を行った．その結果，大規模出水の直後には，流量がコントロールされておらず急峻で流域の地質がもろい尾添川において，流量・濁度とも高くなる一方で，ダムでコントロールされる牛首川ではダム内に水と細粒物質が貯留されることによって流量も濁度も上昇が抑制されている．濁澄橋付近においては，尾添川が「濁」で牛首川が「澄」の構造が生じる．一方，出水から時間が経過すると，尾添川では急激に流量が基底流量に近づき，濁度も低下していくのに対し，ダムからの放流が継続的に行われた牛首川では，流量が高く保たれるとともにダム内の濁り水が排水されることによって濁度も比較的高く保たれる状況が生じる．その結

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

果，牛首川が「濁」で尾添川が「澄」の状況が生じた（ただし，尾添川の流量が非常に少なくなるため，景観的にははっきりとしなくなる）．

濁澄橋は，「水の旅・石の旅」をキーコンセプトとする白山手取川ジオパークにおいて，河川による土砂運搬を理解するための主要なジオサイトの一つとして位置づけられている．今後は，人為的な河川環境への関与との関係性も含めた，河川と人との関係性をより深く考えることができるジオサイトとして再定義することが可能となろう．

キーワード：白山手取川ジオパーク、濁度、ダム
Keywords: Hakusan Tedorigawa Geopark, turbidity, artificial dam

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山陰海岸ジオパークにおける学術研究奨励事業の取り組み
Efforts of ‘Grant-in-aid for Science Research in San’ in Kaigan UGGp’

*郡山 鈴夏[1]
*Suzuka Koriyama[1]

1. 山陰海岸ジオパーク推進協議会
1. Sanin Kaigan Geopark Promotion Council

山陰海岸ジオパークは京都府北西部から兵庫県北部、鳥取県東部の3府県にまたがり、日本海形成から現在に至る多様な地形地質が存在し、それらを背景とした生き物や人々の暮らし、文化・歴史について触れることができるユネスコグローバルジオパークである。2007年に山陰海岸ジオパーク推進協議会が発足し、2008年に日本ジオパーク、2010年には世界ジオパークに加盟認定された。

山陰海岸ジオパークでは活動開始当初からエリア内での学術研究支援、特に地質学的な研究を重視しており、研究者向けの研究助成事業を行っている。

ジオパークのエリア内での学術研究の重要性は4年に1度行われる世界ジオパークの再認定審査においても示されており、審査の評価表の中では「Ⅲ1.2　少なくとも年間1本、卒業論文や修士論文（地質図作成など）が書かれている」「Ⅲ1.3　過去3年間にジオパークエリア内に関する博士論文が1本以上発表されている」「Ⅲ1.4　科学や観光に関する学術論文が過去5年間で5本発表されている」とエリア内で行われた学術研究の有無を問われる。

学術研究支援事業である「山陰海岸ジオパーク学術研究奨励事業」は2009年に開始し、2018年度まで継続して行われている（2019年2月現在、2019年度も実施予定）。その間、77件（応募件数は90件）の研究の支援を山陰海岸ジオパークとして行った。この10年間でエリア内の研究論文は確実に増加しており、卒業論文等の支援のみにとどまらず、学術研究奨励者による国内誌、国際誌への論文投稿も行われている。

一方、毎年報告される最新研究事例をジオパークとして十分に活用することはまだできておらず、蓄積する学術研究をどうジオパーク活動に生かしていくかが本事業の課題でもある。

本発表では、10年継続してきた学術研究奨励事業が山陰海岸ジオパークに与えた影響と助成金を利用する研究者に与えた影響について、ジオパーク推進協議会事務局と研究者の両方の立場から議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域住民によるモニタリング調査のジオパークへの活用：桜浜の地形変化
Practical applications in the Tosashimizu Geopark Plan of site monitoring by local residents: Landform change of Sakurahama Beach

*今井 悟[1]、佐藤 久晃[1]、平野 順久
*Satoru Imai[1], Hisaaki Sato[1], Yorihisa Hirano

1. 土佐清水ジオパーク推進協議会
1. Tosashimizu Geopark Promotion Council

ジオパーク内のサイトを適切に管理するには，サイトのモニタリングを実施し，変化の実態を把握することが重要である．しかし，土佐清水ジオパーク構想におけるモニタリングは，ジオパーク推進室が主体となっており，様々な関係者と協働しやすいという利点がある反面，調査期間や頻度が十分でない.そのため，サイトの科学的な評価が困難な状況となっている．そこで，地域住民の写真や手記といった記録をモニタリング資料として扱うことで情報の補填を試みた．なお，地域住民がジオパーク活動に関わる以前から独自に蓄積していた記録について学術的な評価を与え，地域住民に還元することは，サイトの学術的価値やモニタリングの重要性を認識してもらう上で効果的であり，またジオパーク専門員の重要な役割でもある．

本発表で対象とした桜浜は，土佐清水市の中央部に竜串湾の湾奥部に位置するポケットビーチである．江戸時代から風光明媚な名所として知られている砂浜だが，近隣住民からは砂浜面積の縮小や礫の増加，打ちあがる貝殻の種類の変化などが指摘されている．砂浜海岸は人間の活動や環境変動による影響を受けやすいとされる．また，産卵場や幼生の生育場などとして一時的に砂浜海岸を利用する生物も多く，綿密なモニタリングをおこなう意義は大きい．筆者の1人である平野はほぼ毎日，桜浜の同じ地点で写真を撮影し，整理していた．その中には，台風前後の地形および粒度変化の様子や，孵化したアカウミガメの幼体などが収められている．本発表ではこれら写真を解析した結果と，今後の展望について議論する．

キーワード：ジオパーク、ジオサイト、保全、モニタリング、砂浜
Keywords: geopark, geosite, preservation, monitoring, sandy beach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

おおいた豊後大野ジオパーク，軸丸棚田（日本の棚田百選）の形成と地形・地質環境

Geological and geomorphological environment of the Jikumaru terraced paddy field (one of the Top 100 Terraced Paddy Fields in Japan) in the Oita Bungoono Geopark

*吉岡 敏和[1]
*Toshikazu Yoshioka[1]

1. おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会
1. Oita Bungoono Geopark Promotion Council

おおいた豊後大野ジオパーク内に位置する軸丸棚田は，日本の棚田百選の一つに選定された棚田である．この地域は，大野川と緒方川に挟まれた丘陵地帯で，緒方川支流の軸丸川水系の浅く小規模な谷によって開析されている．棚田はこれらの谷底を中心に形成されている．

この地域の地質は，上部白亜系の海成堆積物である大野川層群の霊山層と，それを広く覆って分布する阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物で構成されている．大野川層群霊山層は主に砂岩および礫岩で構成され，風化が進んでいる．また一部には風化した円礫層を載せる．この円礫層は風化程度から更新世前期ないし中期と推定されている平石礫層に対比可能である。阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物は，弱溶結ないし非溶結の軽石流堆積物を主とし，地域北側を流れる大野川沿いにのみ，柱状節理を伴う強溶結部分を伴っている．火砕流の堆積原面は浸食により失われ，ほとんど残存していない．

調査の結果，棚田が分布する範囲の西部と北部において，大野川層群の堆積岩が丘陵頂部まで分布し，それを不整合関係で覆うように非溶結ないし弱溶結の阿蘇4火砕流（一部阿蘇3火砕流）堆積物が広がっていることが判明した．すなわち，阿蘇火砕流堆積前には大野川層群からなるゆるやかな起伏を持った丘陵が存在し，その起伏を埋めるように阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物が堆積したと考えられる．これらの火砕流堆積物は，周辺の谷を埋めた部分と比較して厚さが薄く，溶結度も低いため，谷頭浸食により谷が形成されやすいと考えられる．これに対し地域北側の大野川沿いと南側の緒方川沿いでは，阿蘇4火砕流堆積物は強く溶結しているため，両側の河谷からの側方浸食は受けにくい．そのため，地域内部では浸食基準面が比較的高い位置にでき，棚田に適当な浅く広い谷が形成されたと考えられる．

このように軸丸棚田の形成は地形・地質の条件と密接に関係しており，今後，おおいた豊後大野ジオパークの構成要素として積極的に組み込んでいくことが可能となった．

キーワード：軸丸棚田、日本の棚田百選、大野川層群、阿蘇火砕流、おおいた豊後大野ジオパーク
Keywords: Jikumaru terraced paddy field, Top 100 Terraced Paddy Fields in Japan, Onogawa Group, Aso pyroclastic flow, Oita Bungoono Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

おおいた豊後大野ジオパーク, 軸丸棚田における土地利用と植生との関係
The relationship of land utilization and vegetation at the Jikumaru terraced paddy field in the Oita Bungoono Geopark

*岩里 実季[1]、吉岡 敏和[2]
*Miki Iwasato[1], Toshikazu Yoshioka[2]

1. 豊後大野市役所商工観光課、2. おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会
1. Bungoono City, Trade, Industry and Tourism Division, 2. Oita Bungoono Geopark Promotion Council

軸丸棚田（大分県豊後大野市緒方町）はおおいた豊後大野ジオパーク内に位置し, 大野川と緒方川に挟まれた丘陵地帯に成立する棚田で, 日本の棚田百選の一つに選定されている. この丘陵地帯の基層には大野川層群, 阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物が存在し, その地質的特徴により, 浅く広い谷が形成されていた. かつては, 谷頭の湧水点から引いた水を利用し, 谷底部で水田が開削されたと考えられるが, 大正三年（1914）, 富士緒井路（用水路）が通水したことで水田面積が拡大し, 現在の棚田景観となった.

この棚田は人為的に作られた景観ではあるが, 尾根や谷が入り組んだ地形に加え水が豊富にあることから豊かな植生があるのではないかと言われていた. そこで実際にどのような植物が生育しているのかを詳細に把握するために, 以下のような調査を実施した.

調査は軸丸北棚田群を対象とした. 軸丸棚田の現状を把握するために, 国土地理院撮影の空中写真（2015年撮影）及び1/25,000現存植生図（環境省生物多様性センター）を用いて土地利用・植生図を作成した. 作図にはQGIS（QGIS Development Team 2018）を使用した. 軸丸棚田に生育する植物種を把握するために, ルートセンサス法による植物調査を6～9月に実施した. 軸丸棚田内の市道と農道を踏査し, 生育が確認できた種を記録した.

作成した土地利用図と地形図を比較した結果, 丘陵地帯の尾根にはアラカシの自然林に加えてスギやクヌギの植林が広がり, 緩斜面や谷部には水田が開削されていた. ただし, 谷頭と急斜面では耕作放棄水田が多く確認された.

植物調査の結果, シダ植物17種, 木本85種, 草本179種の計281種の植物を記録した（未同定種を除く）. 一般的な丘陵地帯に生育するコナラやヤブツバキ, フユイチゴ, アキノキリンソウなどがアラカシの自然林やスギ・クヌギの植林等で確認された. また, 畦畔には環境省絶滅危惧Ⅱ類及び大分県絶滅危惧IA類に指定されているミズオオバコや在来のタカサブロウ, ホタルイなどの水田植物を加えた106種が確認された. 他にも植栽種のソメイヨシノやアジサイ, ヒガンバナ等も確認された.

今回の調査の結果, 軸丸棚田では丘陵地帯の植物と水田植物の両方が複雑な地形の中で見られたことから, 棚田特有の植生が展開されていることがわかった. 一方で, 谷頭や急斜面では耕作放棄地が広がり水田植物の減少がみられた.

結果的に, 棚田特有の豊かな植生を維持するためには, 棚田景観の維持が必要であることに気づかされ, 棚田で耕作を続けていく難しさを垣間見た. これらは, 早急に解決できる問題ではないが, 引き続き植生についてはモニターする必要がある. そのためには, おおいた豊後大野ジオパークの構成要素の一つとして監視, 保全の対象にすることも一つの方策であると考える.

キーワード：軸丸棚田、日本の棚田百選、植生、土地利用、耕作放棄地、おおいた豊後大野ジオパーク
Keywords: Jikumaru terraced paddy field, Top 100 Terraced Paddy Fields in Japan, Vegetation, Land utilization, Abandoned paddy fields, Oita Bungoono Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇ユネスコ世界ジオパークにおけるアウトリーチ
Outreach activities of Aso UNESCO Global Geopark

*鍵山 恒臣[1]、渡辺 一徳[1]、池辺 伸一郎[1]、石松 昭信[1]、豊村 克則[2]、兒玉 夏子[1]、高森 秀平[1]、宮北 志野[1]
*Tsuneomi Kagiyama[1], Kazunori Watanabe[1], Shinichiro Ikebe[1], Akinobu Ishimatsu[1], Katsunori Toyomura[2], Natsuko Kodama[1], Shuhei Takamori[1], Shino Miyakita[1]

1. 阿蘇ジオパーク推進協議会、2. 阿蘇火山博物館
1. Aso Geopark Promotion Council, 2. Aso Volcano Museum

阿蘇ユネスコ世界ジオパークが再認定審査を受けるに際して、課題をクリアするためのアクションプランを作成した。その中の１つは、ジオパーク内外への情報発信の強化であった。一昨年までの活動においては、2016年の熊本地震や阿蘇火山の噴火などによる災害の記録の収集を行い、それらの結果や災害からの復興の過程を発信してきた。昨年は、これらの活動に加えて、ジオガイドによるツアーの内容にこれらの成果を反映させるとともに、災害の要因となる地学現象に関する研究成果を収集し、その成果をＳＮＳや教育活動に加える取り組みを行ってきた。以下にそのいくつかを報告する。

ジオガイドによるツアーにおいて、地震や火山噴火の影響を説明の内容に加えていった。立野峡谷ジオサイトでは、この地域に大分ー熊本構造線の一部である布田川断層が走っており、繰り返される断層運動とその後の河川侵食によって阿蘇カルデラの外輪西壁が破壊されて今日の立野峡谷の景観を作っていること、阿蘇の神話においても地震の発生を示唆する言い伝えがあること、今回の熊本地震でも同様の活動があったことなどを加えている。内牧温泉ジオサイトでは、熊本地震によって温泉が出なくなる災害が発生したが、調査を行った結果、地震によって生じた地層のずれによって温泉井が破壊されたことが明らかとなり、温泉の修復ができたことなどがツアーにおいて紹介されている。中岳ジオサイトでは、2016年10月のマグマ水蒸気爆発による噴石の飛散状況などが解説に加えられている。環境省が国立公園に設置している看板の説明についても、研究成果が反映された内容になっている。

教育活動においても最近の調査の成果を繰り込んだ活動を行った。阿蘇中央高校では、高校1年生に必修科目として「阿蘇ジオパーク学」を開設している。この授業は、ジオパーク関係者が講師として参加し、阿蘇の火山活動、地震活動、震災からの復旧工事、阿蘇の観光を拡大するための工夫、草原の維持などのメニューを紹介した。生徒たちは、前期に得た知識をもとに後期に自主的な調査を行い、その結果を発表している。

阿蘇火山博物館の展示内容においても、研究機関等の協力を受け、最近の研究成果を反映した展示や、火口映像・火山観測データのリアルタイム表示など、低年齢者にも興味を持ってもらえる展示に更新している。手作りの地震計を揺らすとディスプレイに波形が表示される展示は、たいへん好評である。

SNSによる情報発信では、フェイスブックによる情報発信に注力し、情景写真、地域で行われる情報のリンク、地球科学的側面からの解説、防災に関する情報などを発信した。発信の内容別に「いいね」の数の分析をおこなった結果、情景写真については300～400程度、地域の情報には100前後、地球科学的解説には100～300程度、防災情報には100程度の「いいね」がほぼ定常的に得られていることがわかり、それぞれの来訪者層の興味に応じて「いいね」が押されていることが明らかとなった。現在では、これらのバランスを考慮して発信する内容を調節している。

「いいね」の数の多い情景の写真についても、ただきれいというだけで終わるのではなく、たとえば米塚の写真とともに、「ゆったりとした草原の風景がなぜ生まれたのか」という問題設定の中から、粘性率の低い玄武岩質の溶岩がこの地域を流れたことによって緩傾斜面が造られていることを、産総研が公開している火山地

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

質図を引用しつつ紹介している。こうした紹介を通して、より専門的な研究成果が身近に発信されていることを知らせて、一般の人が親しめるきっかけを提供している。

また、阿蘇火山の活動状況は、たまに放送されるニュースだけによると、大げさに報道され、必ずしも本質的な理解にはなっていないと思われるので、気象庁が公表する活動状況に関する解説情報について、専門家はどの部分に注目して情報を出しているのかなどを解説する取り組みを行っている。こうした解説はやや難しい印象を与えているが、生の情報を理解したいと考えている人たちには、支持されている。

こうした取り組みは、まだ始めたばかりであり、今後、ジオパークが指定しているすべてのジオサイトに関する情報提供を行うこと、来訪者の疑問に答える情報発信に近づけていく努力が必要である。

キーワード：阿蘇ユネスコ世界ジオパーク、アウトリーチ、SNS
Keywords: Aso UNESCO Global Geopark, Outreach, SNS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geoscientific Setting and Educational Significances of Yonaguni Island in the Ryukyu Arc, Eastern Asia

*尾方 隆幸[1]、奈良 正和[2]、大坪 誠[3]、柴田 伊廣[4]
*Takayuki Ogata[1], Masakazu Nara[2], Makoto Otsubo[3], Tadahiro Shibata[4]

1. 琉球大学島嶼防災研究センター、2. 高知大学教育研究部自然科学系理学部門、3. 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、4. 文化庁文化財部記念物課天然記念物部門
1. Disaster Prevention Research Center for Island Regions, University of the Ryukyus, 2. Sciences Unit, Natural Sciences Cluster, Research and Education Faculty, Kochi University, 3. Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, 4. The Unit of Natural Monuments, Monuments and Sites Division, Cultural Properties Department, Agency for Cultural Affaire

The Ryukyu Arc lies along the subduction zone between Eurasia and Philippine Sea Plates. Yonaguni Island is located in southwestern most of the Ryukyu Arc, where geological setting connects the Taiwan central range and the Luzon volcanic arc. Miocene sandstone (Yaeyama group) is broadly exposed on island surface which forms low altitude mountains and hills (maximum elevation is 231 m). The Yaeyama Group, of which sandstones show some distinct physical sedimentary structures, such as hummocky or ripple cross-stratification, suggesting deposition in shallow-marine to marginal-marine settings, is characterized by pervasive occurrences of well-preserved trace fossils. Sandstone surfaces in wave-splash zone often show a honeycomb structure (tafoni) indicating physical disintegration by salt weathering under present coastal environments with strong wind. This honeycomb geometry seems to be controlled by the horizontal and vertical distances from coast line and sea level. Pleistocene limestone (Ryukyu group) partly covers the Yaeyama group and forms uplifted marine terraces made mainly from coral reef sediments. As the permeable limestones of Ryukyu Group broadly covers the less permeable Yaeyama Group, a number of natural springs rise at the bottom of the precipitous limestone cliffs, and provide water resources and scenic landscapes. Such stratigraphical, paleontological, geomorphological and hydrological features present significant sites to study seamless geoscience. Geoscientist should discuss scientific significances for conservation of several geosites in Yonaguni Island.

キーワード：琉球弧、ユーラシアプレート、フィリピン海プレート、砂岩、風化、八重山層群
Keywords: Ryukyu Arc, Eurasia Plate, Philippine Sea Plate, sandstone, weathering, Yaeyama group

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_33

[M-IS08] ジオパーク

コンビーナ:尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、田所 敬一(名古屋大学地震火山研究センター)

ジオパークに関する領域横断的な発表を対象とする。トピックとして，地球惑星科学的資源，ジオダイバーシティ，ジオコンサベーション，ジオツーリズム，持続可能な地域振興，ガバナンス，危機管理，科学コミュニケーション，地球惑星科学の教育などがあげられる。これらのトピックを通して，ジオパークを科学の側から支える議論をしたい。

[MIS08-P01] 大雪山カムイミンタラジオパーク構想の取組

*川辺 英行[1] (1.大雪山カムイミンタラジオパーク構想推進協議会)

[MIS08-P02] 「濁澄橋」が示す意味の再検討～白山手取川ジオパーク，牛首川・尾添川合流点の濁度特性～

*青木 賢人[1] (1.金沢大学地域創造学類)

[MIS08-P03] 山陰海岸ジオパークにおける学術研究奨励事業の取り組み

*郡山 鈴夏[1] (1.山陰海岸ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P04] 地域住民によるモニタリング調査のジオパークへの活用：桜浜の地形変化

*今井 悟[1]、佐藤 久晃[1]、平野 順久 (1.土佐清水ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P05] おおいた豊後大野ジオパーク，軸丸棚田（日本の棚田百選）の形成と地形・地質環境

*吉岡 敏和[1] (1.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P06] おおいた豊後大野ジオパーク,軸丸棚田における土地利用と植生との関係

*岩里 実季[1]、吉岡 敏和[2] (1.豊後大野市役所商工観光課、2.おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会)

[MIS08-P07] **阿蘇ユネスコ世界ジオパークにおけるアウトリーチ**

*鍵山 恒臣[1]、渡辺 一徳[1]、池辺 伸一郎[1]、石松 昭信[1]、豊村 克則[2]、兒玉 夏子[1]、高森 秀平[1]、宮北 志野[1] (1.阿蘇ジオパーク推進協議会、2.阿蘇火山博物館)

[MIS08-P08] Geoscientific Setting and Educational Significances of Yonaguni Island in the Ryukyu Arc, Eastern Asia

*尾方 隆幸[1]、奈良 正和[2]、大坪 誠[3]、柴田 伊廣[4] (1.琉球大学島嶼防災研究センター、2.高知大学教育研究部自然科学系理学部門、3.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、4.文化庁文化財部記念物課天然記念物部門)

大雪山カムイミンタラジオパーク構想の取組
The efforts of Mt.Daisetsu-Kamuymintar Geopark Project

*川辺 英行[1]
*hideyuki kawabe[1]

1. 大雪山カムイミンタラジオパーク構想推進協議会
1. -

当地域では，旭川市，鷹栖町，東神楽町，比布町，当麻町，愛別町，上川町，東川町を範囲とする「大雪山カムイミンタラジオパーク構想」を推進している。
2012年から「あさひかわジオパークの会」を中心に行われてきた「カムイの大地ジオツアー」「ジオフォーラム」などの市民活動を背景に，2017年には関係自治体と市民団体による準備組織を立ち上げ，ジオパークを目指す地域として日本ジオパークネットワークに準会員として加盟した。2018年8月には，事業者団体等も加えた協議会に推進体制を移行したところである。
本発表では，大雪山カムイミンタラジオパーク構想及びその取組について紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「濁澄橋」が示す意味の再検討 ～白山手取川ジオパーク，牛首川・尾添川合流点の濁度特性～

Re-examination of meaning indicated by "Nigori-Sumi (Muddy and clear) Bridge" ~Turbidity Characteristic of Meeting Point of the Ushikubi River and the Ozo River, in Hakusan Tedorigawa Geopark ~

*青木 賢人[1]
*Tatsuto Aoki[1]

1. 金沢大学地域創造学類
1. School of Regional Development Studies, Kanazawa University

白山手取川ジオパークを貫流する手取川水系をなす主要な流路として，白山西側の旧白峰村を源流とする幹線流路である牛首川と，北側の旧小口村を源流とする支流の尾添川がある．この二つの流路は旧小口村瀬戸地区の「濁澄橋」付近で合流し，手取川となって北流する．「濁澄」の語が意味するものは，二つの流路の濁度の違いである．白山手取川ジオパークのホームページには以下のように記され，濁度の高い水と低い水が合流している様子が写った写真が添えられている．

名前の由来は、手取川と尾添川の合流部にあり、荒天時には尾添川の濁りが久しく澄まないことからこの名前が付けられたと伝えられている。現在も同じく合流点では、清流と濁流の２色のコントラストを見ることができる。

今回の報告では，この二つの流路の濁度について計測を行い，人為的な河川管理との関係を整理した上で，「濁澄」の語が持つ今日的な意味を再検討した．

牛首川は白山御前峰（2702m），尾添川は白山大汝峰（2684m）を源流とし，濁澄橋付近の標高240mで合流する．地理院地図上で計測すると，合流点までの流路長は牛首川が34.3km（平均河床勾配71.8‰），尾添川が24.5km（同107.9‰）であり，尾添川の方が急勾配である．流域にはいずれも崩壊地・地滑りが多く分布している．ただし，尾添川源流域の地獄谷には古白山の火道があったと考えられており（長岡，1972），激しい変質が認められる．牛首川の流路には手取川ダムが建設されており，その流量はダムによってコントロールされている．一方，尾添川にはいくつかの砂防堰堤は建設されているがダムがなく，流量はコントロールされていない．

牛首川流域のダム上流側，手取ダム湖，およびその直下，尾添川，濁澄橋下流の合計5か所において台風による大規模出水の直後に採水を行い，濁度の変化を記録した．合わせて，国土交通省による水位観測データを合わせて分析を行った．その結果，大規模出水の直後には，流量がコントロールされておらず急峻で流域の地質がもろい尾添川において，流量・濁度とも高くなる一方で，ダムでコントロールされる牛首川ではダム内に水と細粒物質が貯留されることによって流量も濁度も上昇が抑制されている．濁澄橋付近においては，尾添川が「濁」で牛首川が「澄」の構造が生じる．一方，出水から時間が経過すると，尾添川では急激に流量が基底流量に近づき，濁度も低下していくのに対し，ダムからの放流が継続的に行われた牛首川では，流量が高く保たれるとともにダム内の濁り水が排水されることによって濁度も比較的高く保たれる状況が生じる．その結

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

果，牛首川が「濁」で尾添川が「澄」の状況が生じた（ただし，尾添川の流量が非常に少なくなるため，景観的にははっきりとしなくなる）．

濁澄橋は，「水の旅・石の旅」をキーコンセプトとする白山手取川ジオパークにおいて，河川による土砂運搬を理解するための主要なジオサイトの一つとして位置づけられている．今後は，人為的な河川環境への関与との関係性も含めた，河川と人との関係性をより深く考えることができるジオサイトとして再定義することが可能となろう．

キーワード：白山手取川ジオパーク、濁度、ダム
Keywords: Hakusan Tedorigawa Geopark, turbidity, artificial dam

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山陰海岸ジオパークにおける学術研究奨励事業の取り組み
Efforts of ‘Grant-in-aid for Science Research in San’ in Kaigan UGGp’

*郡山 鈴夏[1]
*Suzuka Koriyama[1]

1. 山陰海岸ジオパーク推進協議会
1. Sanin Kaigan Geopark Promotion Council

山陰海岸ジオパークは京都府北西部から兵庫県北部、鳥取県東部の3府県にまたがり、日本海形成から現在に至る多様な地形地質が存在し、それらを背景とした生き物や人々の暮らし、文化・歴史について触れることができるユネスコグローバルジオパークである。2007年に山陰海岸ジオパーク推進協議会が発足し、2008年に日本ジオパーク、2010年には世界ジオパークに加盟認定された。

山陰海岸ジオパークでは活動開始当初からエリア内での学術研究支援、特に地質学的な研究を重視しており、研究者向けの研究助成事業を行っている。

ジオパークのエリア内での学術研究の重要性は4年に1度行われる世界ジオパークの再認定審査においても示されており、審査の評価表の中では「Ⅲ1.2　少なくとも年間1本、卒業論文や修士論文（地質図作成など）が書かれている」「Ⅲ1.3　過去3年間にジオパークエリア内に関する博士論文が1本以上発表されている」「Ⅲ1.4　科学や観光に関する学術論文が過去5年間で5本発表されている」とエリア内で行われた学術研究の有無を問われる。

学術研究支援事業である「山陰海岸ジオパーク学術研究奨励事業」は2009年に開始し、2018年度まで継続して行われている（2019年2月現在、2019年度も実施予定）。その間、77件（応募件数は90件）の研究の支援を山陰海岸ジオパークとして行った。この10年間でエリア内の研究論文は確実に増加しており、卒業論文等の支援のみにとどまらず、学術研究奨励者による国内誌、国際誌への論文投稿も行われている。

一方、毎年報告される最新研究事例をジオパークとして十分に活用することはまだできておらず、蓄積する学術研究をどうジオパーク活動に生かしていくかが本事業の課題でもある。

本発表では、10年継続してきた学術研究奨励事業が山陰海岸ジオパークに与えた影響と助成金を利用する研究者に与えた影響について、ジオパーク推進協議会事務局と研究者の両方の立場から議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地域住民によるモニタリング調査のジオパークへの活用：桜浜の地形変化
Practical applications in the Tosashimizu Geopark Plan of site monitoring by local residents: Landform change of Sakurahama Beach

*今井 悟[1]、佐藤 久晃[1]、平野 順久
*Satoru Imai[1], Hisaaki Sato[1], Yorihisa Hirano

1. 土佐清水ジオパーク推進協議会
1. Tosashimizu Geopark Promotion Council

ジオパーク内のサイトを適切に管理するには，サイトのモニタリングを実施し，変化の実態を把握することが重要である．しかし，土佐清水ジオパーク構想におけるモニタリングは，ジオパーク推進室が主体となっており，様々な関係者と協働しやすいという利点がある反面，調査期間や頻度が十分でない.そのため，サイトの科学的な評価が困難な状況となっている．そこで，地域住民の写真や手記といった記録をモニタリング資料として扱うことで情報の補填を試みた．なお，地域住民がジオパーク活動に関わる以前から独自に蓄積していた記録について学術的な評価を与え，地域住民に還元することは，サイトの学術的価値やモニタリングの重要性を認識してもらう上で効果的であり，またジオパーク専門員の重要な役割でもある．

本発表で対象とした桜浜は，土佐清水市の中央部に竜串湾の湾奥部に位置するポケットビーチである．江戸時代から風光明媚な名所として知られている砂浜だが，近隣住民からは砂浜面積の縮小や礫の増加，打ちあがる貝殻の種類の変化などが指摘されている．砂浜海岸は人間の活動や環境変動による影響を受けやすいとされる．また，産卵場や幼生の生育場などとして一時的に砂浜海岸を利用する生物も多く，綿密なモニタリングをおこなう意義は大きい．筆者の1人である平野はほぼ毎日，桜浜の同じ地点で写真を撮影し，整理していた．その中には，台風前後の地形および粒度変化の様子や，孵化したアカウミガメの幼体などが収められている．本発表ではこれら写真を解析した結果と，今後の展望について議論する．

キーワード：ジオパーク、ジオサイト、保全、モニタリング、砂浜
Keywords: geopark, geosite, preservation, monitoring, sandy beach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

おおいた豊後大野ジオパーク，軸丸棚田（日本の棚田百選）の形成と地形・地質環境

Geological and geomorphological environment of the Jikumaru terraced paddy field (one of the Top 100 Terraced Paddy Fields in Japan) in the Oita Bungoono Geopark

*吉岡 敏和[1]
*Toshikazu Yoshioka[1]

1. おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会
1. Oita Bungoono Geopark Promotion Council

おおいた豊後大野ジオパーク内に位置する軸丸棚田は，日本の棚田百選の一つに選定された棚田である．この地域は，大野川と緒方川に挟まれた丘陵地帯で，緒方川支流の軸丸川水系の浅く小規模な谷によって開析されている．棚田はこれらの谷底を中心に形成されている．

この地域の地質は，上部白亜系の海成堆積物である大野川層群の霊山層と，それを広く覆って分布する阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物で構成されている．大野川層群霊山層は主に砂岩および礫岩で構成され，風化が進んでいる．また一部には風化した円礫層を載せる．この円礫層は風化程度から更新世前期ないし中期と推定されている平石礫層に対比可能である。阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物は，弱溶結ないし非溶結の軽石流堆積物を主とし，地域北側を流れる大野川沿いにのみ，柱状節理を伴う強溶結部分を伴っている．火砕流の堆積原面は浸食により失われ，ほとんど残存していない．

調査の結果，棚田が分布する範囲の西部と北部において，大野川層群の堆積岩が丘陵頂部まで分布し，それを不整合関係で覆うように非溶結ないし弱溶結の阿蘇4火砕流（一部阿蘇3火砕流）堆積物が広がっていることが判明した．すなわち，阿蘇火砕流堆積前には大野川層群からなるゆるやかな起伏を持った丘陵が存在し，その起伏を埋めるように阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物が堆積したと考えられる．これらの火砕流堆積物は，周辺の谷を埋めた部分と比較して厚さが薄く，溶結度も低いため，谷頭浸食により谷が形成されやすいと考えられる．これに対し地域北側の大野川沿いと南側の緒方川沿いでは，阿蘇4火砕流堆積物は強く溶結しているため，両側の河谷からの側方浸食は受けにくい．そのため，地域内部では浸食基準面が比較的高い位置にでき，棚田に適当な浅く広い谷が形成されたと考えられる．

このように軸丸棚田の形成は地形・地質の条件と密接に関係しており，今後，おおいた豊後大野ジオパークの構成要素として積極的に組み込んでいくことが可能となった．

キーワード：軸丸棚田、日本の棚田百選、大野川層群、阿蘇火砕流、おおいた豊後大野ジオパーク
Keywords: Jikumaru terraced paddy field, Top 100 Terraced Paddy Fields in Japan, Onogawa Group, Aso pyroclastic flow, Oita Bungoono Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

おおいた豊後大野ジオパーク, 軸丸棚田における土地利用と植生との関係
The relationship of land utilization and vegetation at the Jikumaru terraced paddy field in the Oita Bungoono Geopark

*岩里 実季[1]、吉岡 敏和[2]
*Miki Iwasato[1], Toshikazu Yoshioka[2]

1. 豊後大野市役所商工観光課、2. おおいた豊後大野ジオパーク推進協議会
1. Bungoono City, Trade, Industry and Tourism Division, 2. Oita Bungoono Geopark Promotion Council

軸丸棚田（大分県豊後大野市緒方町）はおおいた豊後大野ジオパーク内に位置し, 大野川と緒方川に挟まれた丘陵地帯に成立する棚田で, 日本の棚田百選の一つに選定されている. この丘陵地帯の基層には大野川層群, 阿蘇3および阿蘇4火砕流堆積物が存在し, その地質的特徴により, 浅く広い谷が形成されていた. かつては, 谷頭の湧水点から引いた水を利用し, 谷底部で水田が開削されたと考えられるが, 大正三年（1914）, 富士緒井路（用水路）が通水したことで水田面積が拡大し, 現在の棚田景観となった.

この棚田は人為的に作られた景観ではあるが, 尾根や谷が入り組んだ地形に加え水が豊富にあることから豊かな植生があるのではないかと言われていた. そこで実際にどのような植物が生育しているのかを詳細に把握するために, 以下のような調査を実施した.

調査は軸丸北棚田群を対象とした. 軸丸棚田の現状を把握するために, 国土地理院撮影の空中写真（2015年撮影）及び1/25,000現存植生図（環境省生物多様性センター）を用いて土地利用・植生図を作成した. 作図にはQGIS（QGIS Development Team 2018）を使用した. 軸丸棚田に生育する植物種を把握するために, ルートセンサス法による植物調査を6～9月に実施した. 軸丸棚田内の市道と農道を踏査し, 生育が確認できた種を記録した.

作成した土地利用図と地形図を比較した結果, 丘陵地帯の尾根にはアラカシの自然林に加えてスギやクヌギの植林が広がり, 緩斜面や谷部には水田が開削されていた. ただし, 谷頭と急斜面では耕作放棄水田が多く確認された.

植物調査の結果, シダ植物17種, 木本85種, 草本179種の計281種の植物を記録した（未同定種を除く）. 一般的な丘陵地帯に生育するコナラやヤブツバキ, フユイチゴ, アキノキリンソウなどがアラカシの自然林やスギ・クヌギの植林等で確認された. また, 畦畔には環境省絶滅危惧Ⅱ類及び大分県絶滅危惧IA類に指定されているミズオオバコや在来のタカサブロウ, ホタルイなどの水田植物を加えた106種が確認された. 他にも植栽種のソメイヨシノやアジサイ, ヒガンバナ等も確認された.

今回の調査の結果, 軸丸棚田では丘陵地帯の植物と水田植物の両方が複雑な地形の中で見られたことから, 棚田特有の植生が展開されていることがわかった. 一方で, 谷頭や急斜面では耕作放棄地が広がり水田植物の減少がみられた.

結果的に, 棚田特有の豊かな植生を維持するためには, 棚田景観の維持が必要であることに気づかされ, 棚田で耕作を続けていく難しさを垣間見た. これらは, 早急に解決できる問題ではないが, 引き続き植生についてはモニターする必要がある. そのためには, おおいた豊後大野ジオパークの構成要素の一つとして監視, 保全の対象にすることも一つの方策であると考える.

キーワード：軸丸棚田、日本の棚田百選、植生、土地利用、耕作放棄地、おおいた豊後大野ジオパーク
Keywords: Jikumaru terraced paddy field, Top 100 Terraced Paddy Fields in Japan, Vegetation, Land utilization, Abandoned paddy fields, Oita Bungoono Geopark

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇ユネスコ世界ジオパークにおけるアウトリーチ
Outreach activities of Aso UNESCO Global Geopark

*鍵山 恒臣[1]、渡辺 一徳[1]、池辺 伸一郎[1]、石松 昭信[1]、豊村 克則[2]、兒玉 夏子[1]、高森 秀平[1]、宮北 志野[1]
*Tsuneomi Kagiyama[1], Kazunori Watanabe[1], Shinichiro Ikebe[1], Akinobu Ishimatsu[1], Katsunori Toyomura[2], Natsuko Kodama[1], Shuhei Takamori[1], Shino Miyakita[1]

1. 阿蘇ジオパーク推進協議会、2. 阿蘇火山博物館
1. Aso Geopark Promotion Council, 2. Aso Volcano Museum

阿蘇ユネスコ世界ジオパークが再認定審査を受けるに際して、課題をクリアするためのアクションプランを作成した。その中の１つは、ジオパーク内外への情報発信の強化であった。一昨年までの活動においては、2016年の熊本地震や阿蘇火山の噴火などによる災害の記録の収集を行い、それらの結果や災害からの復興の過程を発信してきた。昨年は、これらの活動に加えて、ジオガイドによるツアーの内容にこれらの成果を反映させるとともに、災害の要因となる地学現象に関する研究成果を収集し、その成果をＳＮＳや教育活動に加える取り組みを行ってきた。以下にそのいくつかを報告する。

ジオガイドによるツアーにおいて、地震や火山噴火の影響を説明の内容に加えていった。立野峡谷ジオサイトでは、この地域に大分ー熊本構造線の一部である布田川断層が走っており、繰り返される断層運動とその後の河川侵食によって阿蘇カルデラの外輪西壁が破壊されて今日の立野峡谷の景観を作っていること、阿蘇の神話においても地震の発生を示唆する言い伝えがあること、今回の熊本地震でも同様の活動があったことなどを加えている。内牧温泉ジオサイトでは、熊本地震によって温泉が出なくなる災害が発生したが、調査を行った結果、地震によって生じた地層のずれによって温泉井が破壊されたことが明らかとなり、温泉の修復ができたことなどがツアーにおいて紹介されている。中岳ジオサイトでは、2016年10月のマグマ水蒸気爆発による噴石の飛散状況などが解説に加えられている。環境省が国立公園に設置している看板の説明についても、研究成果が反映された内容になっている。

教育活動においても最近の調査の成果を繰り込んだ活動を行った。阿蘇中央高校では、高校1年生に必修科目として「阿蘇ジオパーク学」を開設している。この授業は、ジオパーク関係者が講師として参加し、阿蘇の火山活動、地震活動、震災からの復旧工事、阿蘇の観光を拡大するための工夫、草原の維持などのメニューを紹介した。生徒たちは、前期に得た知識をもとに後期に自主的な調査を行い、その結果を発表している。

阿蘇火山博物館の展示内容においても、研究機関等の協力を受け、最近の研究成果を反映した展示や、火口映像・火山観測データのリアルタイム表示など、低年齢者にも興味を持ってもらえる展示に更新している。手作りの地震計を揺らすとディスプレイに波形が表示される展示は、たいへん好評である。

SNSによる情報発信では、フェイスブックによる情報発信に注力し、情景写真、地域で行われる情報のリンク、地球科学的側面からの解説、防災に関する情報などを発信した。発信の内容別に「いいね」の数の分析をおこなった結果、情景写真については300～400程度、地域の情報には100前後、地球科学的解説には100～300程度、防災情報には100程度の「いいね」がほぼ定常的に得られていることがわかり、それぞれの来訪者層の興味に応じて「いいね」が押されていることが明らかとなった。現在では、これらのバランスを考慮して発信する内容を調節している。

「いいね」の数の多い情景の写真についても、ただきれいというだけで終わるのではなく、たとえば米塚の写真とともに、「ゆったりとした草原の風景がなぜ生まれたのか」という問題設定の中から、粘性率の低い玄武岩質の溶岩がこの地域を流れたことによって緩傾斜面が造られていることを、産総研が公開している火山地

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

質図を引用しつつ紹介している。こうした紹介を通して、より専門的な研究成果が身近に発信されていることを知らせて、一般の人が親しめるきっかけを提供している。

また、阿蘇火山の活動状況は、たまに放送されるニュースだけによると、大げさに報道され、必ずしも本質的な理解にはなっていないと思われるので、気象庁が公表する活動状況に関する解説情報について、専門家はどの部分に注目して情報を出しているのかなどを解説する取り組みを行っている。こうした解説はやや難しい印象を与えているが、生の情報を理解したいと考えている人たちには、支持されている。

こうした取り組みは、まだ始めたばかりであり、今後、ジオパークが指定しているすべてのジオサイトに関する情報提供を行うこと、来訪者の疑問に答える情報発信に近づけていく努力が必要である。

キーワード：阿蘇ユネスコ世界ジオパーク、アウトリーチ、SNS
Keywords: Aso UNESCO Global Geopark, Outreach, SNS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geoscientific Setting and Educational Significances of Yonaguni Island in the Ryukyu Arc, Eastern Asia

*尾方 隆幸[1]、奈良 正和[2]、大坪 誠[3]、柴田 伊廣[4]
*Takayuki Ogata[1], Masakazu Nara[2], Makoto Otsubo[3], Tadahiro Shibata[4]

1. 琉球大学島嶼防災研究センター、2. 高知大学教育研究部自然科学系理学部門、3. 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、4. 文化庁文化財部記念物課天然記念物部門
1. Disaster Prevention Research Center for Island Regions, University of the Ryukyus, 2. Sciences Unit, Natural Sciences Cluster, Research and Education Faculty, Kochi University, 3. Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, 4. The Unit of Natural Monuments, Monuments and Sites Division, Cultural Properties Department, Agency for Cultural Affaire

The Ryukyu Arc lies along the subduction zone between Eurasia and Philippine Sea Plates. Yonaguni Island is located in southwestern most of the Ryukyu Arc, where geological setting connects the Taiwan central range and the Luzon volcanic arc. Miocene sandstone (Yaeyama group) is broadly exposed on island surface which forms low altitude mountains and hills (maximum elevation is 231 m). The Yaeyama Group, of which sandstones show some distinct physical sedimentary structures, such as hummocky or ripple cross-stratification, suggesting deposition in shallow-marine to marginal-marine settings, is characterized by pervasive occurrences of well-preserved trace fossils. Sandstone surfaces in wave-splash zone often show a honeycomb structure (tafoni) indicating physical disintegration by salt weathering under present coastal environments with strong wind. This honeycomb geometry seems to be controlled by the horizontal and vertical distances from coast line and sea level. Pleistocene limestone (Ryukyu group) partly covers the Yaeyama group and forms uplifted marine terraces made mainly from coral reef sediments. As the permeable limestones of Ryukyu Group broadly covers the less permeable Yaeyama Group, a number of natural springs rise at the bottom of the precipitous limestone cliffs, and provide water resources and scenic landscapes. Such stratigraphical, paleontological, geomorphological and hydrological features present significant sites to study seamless geoscience. Geoscientist should discuss scientific significances for conservation of several geosites in Yonaguni Island.

キーワード：琉球弧、ユーラシアプレート、フィリピン海プレート、砂岩、風化、八重山層群
Keywords: Ryukyu Arc, Eurasia Plate, Philippine Sea Plate, sandstone, weathering, Yaeyama group

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 103 1F

[M-IS08] ジオパーク

コンビーナ:尾方 隆幸(琉球大学島嶼防災研究センター)、青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、松原 典孝(兵庫県立大学大学院　地域資源マネジメント研究科)、田所 敬一(名古屋大学地震火山研究センター)、座長:植木 岳雪(千葉科学大学危機管理学部)、大野 希一(島原半島ジオパーク事務局)、有馬 貴之(帝京大学 経済学部 観光経営学科)

ジオパークに関する領域横断的な発表を対象とする。トピックとして，地球惑星科学的資源，ジオダイバーシティ，ジオコンサベーション，ジオツーリズム，持続可能な地域振興，ガバナンス，危機管理，科学コミュニケーション，地球惑星科学の教育などがあげられる。これらのトピックを通して，ジオパークを科学の側から支える議論をしたい。

15:30 ~ 15:45

[MIS08-01] 日本最西端沖縄県与那国島に分布する正断層群

*大坪 誠[1]、大橋 聖和[2]、尾方 隆幸[3]、柴田 伊廣[4] (1.産業技術総合研究所、2.山口大学、3.琉球大学、4.文化庁)

15:45 ~ 16:00

[MIS08-02] 糸魚川ジオパークにおける「防災科研地震だねっと！」を利用した糸魚川－静岡構造線についての学習例

*竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小河原 孝彦[1]、宮島 宏[1]、松原 誠[2]、西澤 あずさ[2]、青井 真[2]、平松 良浩[3]、中川 和之[4] (1.フォッサマグナミュージアム、2.防災科学技術研究所、3.金沢大学、4.時事通信社)

16:00 ~ 16:15

[MIS08-03] 「防災科研地震だねっと！」の開設と利活用に関するアンケート結果

*松原 誠[1]、西澤 あずさ[1]、青井 真[1]、竹之内 耕[2]、平松 良浩[3]、中川 和之[4] (1.防災科学技術研究所、2.糸魚川市フォッサマグナミュージアム、3.金沢大学理工研究域地球社会基盤学系、4.時事通信社)

16:15 ~ 16:30

[MIS08-04] 磐梯山ジオパークが企画した「世界の岩なだれ」巡回展と出前講座

*佐藤 公[1]、宇井 忠英[2] (1.磐梯山噴火記念館、2.環境防災総合政策研究機構)

16:30 ~ 16:45

[MIS08-05] ジオパークにおける惑星科学教育 ―青少年のための科学の祭典島根大会における出雲平野の形成実験―

*阿部 國廣[1] (1.島根半島・宍道湖中海（国引き）ジオパーク推進協議会)

16:45 ~ 17:00

[MIS08-06] ジオパークのESD型地域学習カリキュラム開発を支えるシステム思考とそのコンピテンシー

*山本 隆太[1] (1.静岡大学教職センター)

日本最西端沖縄県与那国島に分布する正断層群
Normal faults observed in the Yonaguni-jima Island, Okinawa Prefecture, southwestern Japan

*大坪 誠[1]、大橋 聖和[2]、尾方 隆幸[3]、柴田 伊廣[4]
*Makoto Otsubo[1], Kiyokazu Oohashi[2], Takayuki Ogata[3], Tadahiro Shibata[4]

1. 産業技術総合研究所、2. 山口大学、3. 琉球大学、4. 文化庁
1. Geological Survey of Japan, 2. Yamaguchi University, 3. University of the Ryukyus, 4. Agency for Cultural Affairs

沖縄県与那国島は日本最西端に位置する島で，琉球弧に属する．与那国島では，新第三系八重山層群と第四系琉球層群が露出しており，島をひし形状に分断するように正断層が多く発達している．島の南東部のサンニヌ台で認められる断層露頭では，正断層の断層中軸部（断層ガウジ），ダメージゾーン，健岩部分，と断層帯を構成する要素を全て観察することができる．野外調査の結果，サンニヌ台で認められる断層は，(1)沖縄トラフ（背弧海盆）内と類似した応力場で運動可能であることから，与那国島は南琉球弧島嶼域（例えば，宮古島や石垣島）とは力学的な場が異なること，(2)断層破砕帯の幅と断層の長さ，総変位量と断層コアの幅の関係は一般的な断層と同様の傾向であり，この断層は第四紀中に繰り返し運動していること，などが明らかとなった．これらの成果を踏まえると，与那国島の形成に大きく関係すると考えられる沖縄トラフの拡大に関連して，「地殻変動の激しさや大規模地殻変動を知ることができる地質学的資料（ジオサイト）」として，サンニヌ台で認められる断層は日本全国を代表する適地の可能性がある．これらの調査は未指定文化財の調査であり，与那国町は将来的に国の天然記念物にむけた申請を行う予定である．

キーワード：背弧海盆、正断層、沖縄トラフ、第四紀、琉球弧
Keywords: Backarc basin, Normal fault, Okinawa Trough, Quaternary, Ryukyu Arc

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

糸魚川ジオパークにおける「防災科研地震だねっと！」を利用した糸魚川ー静岡構造線についての学習例
Example of Study of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line using “NIED Quake map!”

*竹之内 耕[1]、茨木 洋介[1]、小河原 孝彦[1]、宮島 宏[1]、松原 誠[2]、西澤 あずさ[2]、青井 真[2]、平松 良浩[3]、中川 和之[4]
*Ko Takenouchi[1], Yousuke Ibaraki[1], Takahiko Ogawara[1], Hiroshi Miyajima[1], Makoto Matsubara[2], Azusa Nishizawa[2], Shin Aoi[2], Yoshihiro Hiramatsu[3], Kazuyuki Nakagawa[4]

1. フォッサマグナミュージアム、2. 防災科学技術研究所、3. 金沢大学、4. 時事通信社
1. Fossa Magna Museum, 2. National Research Institute for earth Science and Disaster Resilience, 3. Kanazawa University, 4. Jiji Press

1. はじめに

新潟県糸魚川ジオパークには，1990年に公開されたフォッサマグナパークと呼ばれる糸魚川ー静岡構造線（以下，糸静線）断層露頭の見学公園がある．国道148号脇の駐車場から遊歩道をへて断層露頭まで徒歩約10分の行程である．2018年8月の改修にあたっては，断層露頭の拡張のほか，断層のはぎ取り展示の設置や野外解説板の新設や改修が行われた．断層露頭近くの野外解説板には，防災科学技術研究所が開設した「地震だねっと！」（地震活動や歴史地震を閲覧できるホームページ）に接続できるQRコードを表示して，断層と地震を関連付けて学習できるようにした．ここでは，高校生を対象にした，「地震だねっと！」を活用した地震と断層の学習例を紹介する．

2. 地震と断層の学習例（神奈川県の私立高校）

(1) 断層に至る遊歩道での学習

二つの河川の川原の岩石の色が違うことに気づき，糸静線を境に地質が異なることを説明する．古生代の岩石を観察し，年代が古いほど多くの地殻変動を受けて硬いがボロボロの性質になっていることを理解する．近づくと見えてくる断層露頭では， 西側の古生代の岩石（暗緑色～白色）と東側の新生代の岩石の色調が，縦方向の不連続線を境に明瞭に異なり，それが糸静線であることが容易に理解される．

(2) フォッサマグナと地震についての解説（野外解説板による）

糸静線はフォッサマグナの西端断層であり，日本列島形成と密接な関係があること，また，断層が動く時に地震が起き，中でも大きな断層運動が起こると断層が地表まで達して活断層と呼ばれること，また，動くたびに生じた変位が積み重なって，山地などの地形が形成されていくことを説明する．

(3) 「地震だねっと！」からの情報

生徒が携帯するスマートフォンで「地震だねっと！」に接続し，過去10年間の糸魚川周辺で起きた地震を表示する．画像から生徒が気づく点は以下のとおりである．

・感じない地震を含めると，多数の地震が起きている．
・地震が起きている場所と起きていない場所がある．
・線状，楕円状に集中して起こる地震がある．
・内陸の地震は，深さ10kmよりも浅いところで起きている．
・活断層に沿って起きている地震とそうでない地震がある．
・同じ活断層帯でも，地震が起きている場所と起きていない場所がある．
・糸魚川は地震が空白で，活断層がない．
・歴史地震が起こった場所に地震が集中しているようにみえる．

その後，5年間，1年間，30日間，一週間，24時間と震源分布図を表示させていくと，表示される地震数は減少していく．24時間の画像でも，最新の地震が表示され，人が気づかない地震が今も起こっていることに驚

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

く生徒も多い.

(4) 断層露頭

露頭全体がボロボロになっていて，岩石が壊されていることに気づく．断層角礫との隙間には，さらに破砕された細粒物質（断層ガウジ）が充填されており，指で断層ガウジを押すと凹んで固結していないことがわかる．断層ガウジには，断層の運動方向を示す条線が認められるので，断層ガウジは岩石が粉砕されてできたことが理解される．マグニチュード7前後の地震を伴う断層運動では変位量が1.5～2ｍとされているので，糸静線に沿う落差（東落ち6000ｍ以上）を考えると，過去3000～4000回の断層運動が起こって，フォッサマグナが落ち込んでいったことが想像できる．また，フォッサマグナの落差が進展する過程で，断層の幅が成長していったことが理解される.

3. まとめ

「地震だねっと！」で示される震源分布図は，日本列島が地震の多い場所だと視覚的に理解でき，地震と断層を結び付けて考えるための良いツールである．断層露頭観察では，地質現象の結果の観察で終わってしまう傾向にある．しかし，「地震だねっと！」の利用によって地震と断層が関連付けられることで，生徒たちが地下の断層運動をイメージすることができるようになると期待される．今後，高校生を対象に「地震だねっと！」を利用した野外観察授業の経験を増やし，地震防災学習を含めた豊富な学習例をつくっていきたい.

キーワード：糸魚川ジオパーク、フォッサマグナパーク、糸魚川ー静岡構造線、防災科学技術研究所 地震だねっと！
Keywords: Itoigawa Geopark, Fossa Magna Park, Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, NIED Quake map!

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「防災科研地震だねっと！」の開設と利活用に関するアンケート結果
The Opening of ‘NIED Quake map!’ and result of questionnaire survey about interest of local seismicity

*松原 誠[1]、西澤 あずさ[1]、青井 真[1]、竹之内 耕[2]、平松 良浩[3]、中川 和之[4]
*Makoto MATSUBARA[1], Azusa Nishizawa[1], Shin Aoi[1], Ko Takenouchi[2], Yoshihiro Hiramatsu[3], Kazuyuki Nakagawa[4]

1. 防災科学技術研究所、2. 糸魚川市フォッサマグナミュージアム、3. 金沢大学理工研究域地球社会基盤学系、4. 時事通信社
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Fossa Magna Museum, Itoigawa City, 3. School of Geosciences and Civil Engineering, College of Science and Engineering, Kanazawa University, 4. Jiji Press

（1） はじめに

公益社団法人日本地震学会(地震学会)では「行動計画2012」における「地震学の現状を一般市民の目線に立って社会に伝えていくとともに、地域防災への貢献及び社会からの要請を受け止める場となることを目指す」という考えに基づき、その具体化と手段の多様化を実現するために2017年4月にジオパーク支援委員会を設立した。ジオパークでは、火山や地質・歴史地震・津波痕跡に関するジオサイト・ガイド・案内板は数多く存在するが、自分たちの足元で起きている地震活動を認識してもらう案内方法が欠けている面があった。

防災科学技術研究所（防災科研）では、ジオサイトで足元の地球の活動を可視化するという観点から、「防災科研 地震だねっと！」というホームページ（http://www.geopark.bosai.go.jp/、以下、当サイト）を構築し、防災科研陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）で捉えた現在の地震活動や歴史地震を簡単に見られるホームページを2018年7月に開設した。これは、糸魚川世界ユネスコジオパークのフォッサマグナパークのリニューアルオープンを機に、案内板のQRコードから当サイトに接続することにより、現在の糸魚川周辺の地震活動を閲覧できるホームページである。

（2）ホームページの概要

当サイトに接続すると、過去1年間の震源分布図が表示される。色で震源の深さを、丸の大きさでマグニチュードを表している。震源分布は1時間毎に更新され、最新の地震は星印で表示されている。地図には、現在地に加え、火山・活断層・河川・県境なども表示され、周辺を含めた位置を捉えやすくなっている。震源分布図の期間は過去24時間～10年間が選択可能である。記憶に残っている過去の地震もプロットされると同時に、無感の微小地震の分布も表示されるので、足元の地球内部でどのような活動が起こっているかを診ることができる。震源分布図の下には、被害地震も列挙されているので、地元での有史以来の地震活動を把握することが可能である。

（3）閲覧実績

当サイト開設後、毎日20-30の所外からのアクセスが確認されている。また、フォッサマグナパークにおいて団体の見学があり、糸魚川ジオパークで当サイトについて紹介した際には、50～60のアクセスがあった。

（4）ジオパークとの連携

防災科研は日本ジオパークネットワーク(JGN)と包括的連携協定を2018年10月13日に締結した。また、糸魚川ユネスコ世界ジオパークとは、当サイトの活用に関する覚書を締結した。今後、JGNを通じて、要望のあるジオパークに向けて当サイトを構築していく予定である。

(5)利活用に関するアンケート結果と今後の展開

地震学会ジオパーク支援委員会では、JpGUの際にジオパーク向けに地震に関する勉強会を開催してい

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

る。2018年度には、歴史地震の利活用について説明したこともあり、JGNを通じて、全国のジオパーク協議会やジオパーク推進協議会に対して歴史地震や最近の震源分布図、地震波形の展示の希望に関するアンケートを実施した。26のジオパークと7つのジオパーク構想から回答があった。以下の結果では、ジオパーク構想についてもジオパークに含める。

歴史地震に関するジオサイトは、46%の構想中を含めたジオパークに存在した。また、地元の地震活動には、91%のジオパークから関心があるという回答を得た。しかし、現在の地震活動に関する展示が存在するのは27%であった。博物館などの展示施設や屋外のジオサイトの案内板等で地震活動の展示希望については、条件によるも含めて、82%のジオパークで関心があった。条件としての多くは費用に関するものであった。当サイトのホームページの作成・運用費用は防災科研で負担しているので、ジオパーク側ではQRコードを掲載するジオサイトでの案内板の更新や、展示施設内でホームページを閲覧できるような仕組み（例えばパソコン等）を準備していただくことになる。防災科研では、ジオパークにおいて地震活動を実感する一助となるべく、それぞれの要望に沿った領域の地震活動の図を作成・提供していきたいと考えている。

キーワード：防災科研 地震だねっと！、地震活動展示
Keywords: NIED Quake map!, display of local seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

磐梯山ジオパークが企画した「世界の岩なだれ」巡回展と出前講座
Bandaisan Geopark's traveling exhibitions and lectures on "Debris avalanche in the world"

*佐藤 公[1]、宇井 忠英[2]
*Hiroshi Sato[1], Tadahide UI[2]

1. 磐梯山噴火記念館、2. 環境防災総合政策研究機構
1. Mt.Bandai Museum, 2. CeMI

磐梯山ジオパークは５万年前と1888年の2回に発生した山体崩壊とそれに伴う岩なだれ（岩屑なだれ）で生じた地形や人々の営みに影響を与えた様子を来訪者に伝える狙いで作られた。磐梯山噴火記念館はその中核展示施設である。

2018年は1888年の山体崩壊から130年、記念館の開館から30年という節目の年に当たっていた。岩なだれは日本では100年に1回程度しか発生しないため、市民にあまり知られていない。この岩なだれにスポットを当てた企画展を磐梯山噴火記念館で開催した。合わせて全国の火山系博物館でも巡回展示を行った。この巡回展を通して、参加したジオパークの連携と互いの理解が進むと考え、シンポジウムを開催したり、それらのジオパークに出向き出前講座も実施した。
この講演では企画展と出前講座の概要を紹介し、出前講座の際に実施した参加者アンケートから、地域による火山理解の違いなどを紹介する。

キーワード：磐梯山、ジオパーク、岩なだれ
Keywords: Mt. Bandai, Geopark, Debris avalanche

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークにおける惑星科学教育 ー青少年のための科学の祭典島根大会における出雲平野の形成実験ー
PLANETARY SCIENCE Education in Geoparks-Science Festival for Youth Formation experiment of Izumo Plain in Shimane convention

*阿部 國廣[1]
*Kunihiro Abe[1]

1. 島根半島・宍道湖中海（国引き）ジオパーク推進協議会
1. Shimane Penunsula Shinjiko Narumi, Kuibiki Geopark Promotion Committee

島根半島・宍道湖中海ジオパークは日本ジオパークに認定され3年目となる。島根県でのジオパーク認定は、隠岐世界ジオパークに次いで2番目となる。隠岐ジオパークの知名度は県民にもかなり認知されているが、島根半島・宍道湖中海はまだまだという感が強い。推進協議会は認知活動と合わせ、ジオパークの活用と、教育活動が強く求められている。昨年18回目を迎えた青少年のための科学の祭典島根大会で、島根の地学系のブースにおいて、島根半島・宍道湖中海ジオパークのブースを出展し、「宍道湖、出雲平野の誕生」というてーまでコンパネで、360×270×120㎝の型枠に真さ砂で斐伊川と神門川の流域地形を作り、二川の源流部に散水ホースを固定し、散水し続けることにより、流水による堆積実験に合わせ、中国山地と島根半島に挟まれた海域に次第に土砂が堆積し、出雲平野が出来上がってくる過程を観察しながら時間の経過とともに宍道湖が形成されていく様子を理解していくものである。出雲大社のある西側は平野となって海域ではなくなっている。これは神門川水系に位置する三瓶火山の噴火による影響は無視できない。築地松で知られる出雲平野を形成した斐伊川、神門川、中国山地の花崗岩を主体とするがん性、三瓶さんの火山活動によって、北に位置する島根半島突動く産地の間に出雲平野が形成されていったことをジオパークの宍道湖中海低地帯の所信や資料と対比させながら実験を行った。

キーワード：島根半島・宍道湖中海ジオパーク、　出雲平野の形成　、堆積実験、　散水
Keywords: Shimane Peninsula and Shinjiko Nakaumi Estuary Geopark, Formation of the Izumo Plain, Deposition experiment, Watering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークのESD型地域学習カリキュラム開発を支えるシステム思考とそのコンピテンシー

ESD in Geopark: Systems thinking and Systems competence for renovating the school curriculum of local area study.

*山本 隆太[1]
*Ryuta YAMAMOTO[1]

1. 静岡大学教職センター
1. Center for professional development of teachers Shizuoka University

日本のジオパークでは学校教育との定期的な教育連携活動が見られる。出前講座や実験演習といった比較的一回性の教育イベントとなりやすい教育活動に対して，地域学習（郷土学習，ふるさと学習）では，年間あるいは学校修学年限（3年・6年），場合によっては学校種を横断した一貫性あるカリキュラムが構想されている地域も少なくない。近年では持続可能な開発のための教育（ESD）の進展に伴い，ESDカレンダーのような体系的な教育カリキュラムが求められており，これまでの総合的な学習に加え，各教科の横断的なカリキュラムも認められている。こうしたカリキュラムを作成するにあたっては，学年配列と学習内容のマトリクスをたたき台としながらジオパークと関連する学習内容を当てはめていくことで，見かけ上のカリキュラムを作成することが従来は可能であった。

しかし，新学習指導要領の最も基本的な転換点は，PISAに象徴されるようなコンピテンシーへの能力論的な展開であるといえ，つまりは育むべき能力と位置付けられた資質・能力（コンピテンシー）と，それを受けた各教科での見方・考え方が教育活動の軸に据えられるようになる。その結果，コンピテンシーはコンテンツ（学習内容）に先んじることとなり，カリキュラムも育成すべきコンピテンシーによって再構成されていく。ただし，学校現場レベルでは移行期間としてコンテンツベースが続くことも考えられるが，その場合でも，コンテンツに準じながらもコンピテンシーを意識せざるをえない状況に迫られる。

そこで本発表では，ジオパークで育まれるコンピテンシーに関して，とりわけ地域学習のカリキュラム開発に資すると考えられるシステム思考とそのコンピテンシーの理論ついて取り上げた上で，コンテンツベースからコンピテンシーベースのカリキュラムへの移行についてシステム思考の援用を具体的に論ずる。

システム思考コンピテンシーは，把握対象をシステムとして捉えるのみならず，システム的な問題解決の能力として教育分野で開発されてきた。日本の新指導要領でもコンピテンシーの問題解決能力に着目しており，その意味では地域学習も問題解決能力に資する部分を明示する必要がある。そのためには，問題解決能力の全体像を示すことが前提となるが，システム思考のコンピテンシーモデルが説明モデルとして適応できる。

またジオパークの特性を生かすということは，ジオパークの持つシステマティックな特性とシステミックな特性を整理した上でカリキュラム開発に寄与することといえる。その際，システマティックな特性については従来のコンテンツベースカリキュラムでカバーしきれるためいわゆる内容の読み替えが適応可能である。一方，システミックな特性についてはESDやSDGsにおいて重視されているものの学校教育では扱いきれていない部分であり，この点についてはジオストーリーが概念的に近いが，地域学習カリキュラムの開発のためには，静的で固定されたジオストーリーではなく操作可能なジオストーリーの在り方が求められることが考えられる。

キーワード：ESD、地域学習、システム思考、コンピテンシー、SDGs、カリキュラム
Keywords: ESD, local area study, Systems thinking, Competence, SDGs, School Curriculum

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS11] 水惑星学

コンビーナ:関根 康人(東京工業大学地球生命研究所)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、福士 圭介(金沢大学環日本海域環境研究センター)、渋谷 岳造(海洋研究開発機構)、座長:関根 康人(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、臼井 寛裕、渋谷 岳造(海洋研究開発機構)

本セッションでは、地球を始めとする惑星や衛星の形成・進化に対して、液体の水が果たした役割を統一的に理解する「水惑星学」に関する研究発表と議論を行う。特に、微惑星での水-鉱物化学反応、原始太陽系での水分布と地球型惑星の水の起源、地球における水循環やその化学的性質の理解、火星の水環境復元、氷衛星における水の挙動と生命生存可能性、水を含む太陽系天体の探査、ハビタブル水惑星の形成・進化など、地球を基礎として太陽系外まで視野に入れた議論が望まれる。

13:45 ~ 14:00

[MIS11-01] 冥王星の不思議を解く内部構造モデル

*鎌田 俊一[1]、Nimmo Francis[2]、関根 康人[3]、倉本 圭[1]、野口 直樹[4]、木村 淳[5]、谷 篤史[6] (1.北海道大学、2.カリフォルニア大学サンタクルーズ校、3.東京工業大学、4.徳島大学、5.大阪大学、6.神戸大学)

14:00 ~ 14:15

[MIS11-02] 氷衛星・氷惑星環境を模したガスハイドレート試料の同位体測定：装置開発および測定法の検討

*工藤 久志[1]、谷 篤史[1]、吉田 尚弘[2,3] (1.神戸大学 大学院人間発達環境学研究科、2.東京工業大学 物質理工学院応用化学系、3.地球生命研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS11-03] 潮汐加熱と氷殻下における熱の南北非対称性が生み出す氷殻のダイナミクス

*原田 果穂[1,2]、中川 貴司[3]、森重 学[2]、廣瀬 重信[2] (1.慶應義塾大学、2.海洋研究開発機構、3.香港大学)

14:30 ~ 14:45

[MIS11-04] Chlorine-bearing aqueous fluid at crust/mantle boundary in mid-ocean ridge hydrothermal system: a case study of crustal diopsidite from Oman ophiolite

★Invited Papers

*秋澤 紀克[1]、三宅 亮[2]、土山 明[2] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.京都大学　大学院理学研究科)

14:45 ~ 15:00

[MIS11-05] 高圧下における$MgSO_4$-H_2O系の相関係

*近藤 忠[1]、原田 啓多[1]、白田 実希[1]、亀卦川 卓美[2] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻、2.物質構造科学研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS11-06] 地球の揮発性元素組成の起源：衝突大気剥ぎ取りとコア形成の寄与

*櫻庭 遥[1]、黒川 宏之[2]、玄田 英典[2]、太田 健二[1] (1.東京工業大学、2.地球生命研究所)

冥王星の不思議を解く内部構造モデル
An interior structure model of Pluto resolving its mysteries

*鎌田 俊一[1]、Nimmo Francis[2]、関根 康人[3]、倉本 圭[1]、野口 直樹[4]、木村 淳[5]、谷 篤史[6]
*Shunichi Kamata[1], Francis Nimmo[2], Yasuhito Sekine[3], Kiyoshi Kuramoto[1], Naoki Noguchi[4], Jun Kimura[5], Atsushi Tani[6]

1. 北海道大学、2. カリフォルニア大学サンタクルーズ校、3. 東京工業大学、4. 徳島大学、5. 大阪大学、6. 神戸大学
1. Hokkaido University, 2. University of California, Santa Cruz, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. Tokushima University, 5. Osaka University, 6. Kobe University

水惑星の形成条件の知る上で、内部海の保持メカニズム解明は欠かせない。近年の惑星探査により、外側太陽系の天体のいくつかは内部海を持つことが示唆されている。その多くは巨大惑星の氷衛星であり、潮汐による加熱が内部海の維持に重要な働きをしていると考えられる。内部海の存在は太陽系外縁に位置する冥王星においても示唆されているが、潮汐加熱は効かない。熱源に乏しい冥王星が今も内部海を保持するためには、その上にある氷地殻が熱対流しないことが必要であり、氷地殻は高粘性率であると見積もられる。同様の結論は氷地殻の粘性緩和の観点からも支持されている。その原因として、内部海がアンモニアなどの不純物を大量に含み、凝固点が非常に低いためということが指摘されてきたが、冥王星表面ではアンモニアはほとんど観測されない上、冥王星と同様の組成を持つと考えられる彗星もアンモニアをほとんど含まない。したがって、冥王星の内部海が凍り付いていない理由は謎に包まれている。

我々は、冥王星の氷地殻と内部海の間にガスハイドレートの薄い層が存在し、内部海の凍結を阻害しているという仮説を提案する。ガスハイドレートは熱伝導率が低いため、断熱材の働きをする。我々は長期熱進化計算を行い、暖かい内部海と冷たい氷地殻が長期に渡って維持され、内部海の凍結はほとんど起こらないことを示す。また我々は長期粘弾性変形計算も行い、氷地殻がほとんど粘性緩和しなくなることも示す。この仮説は内部海に多量の不純物を必要としない。彗星は水に対して数%程度のメタンなどを含むが、これだけで内部海保持に必要なガスハイドレートが十分に生成可能である。ガスハイドレートは生成時に一部のガス種を選択的に取り込む性質があり、これは冥王星表層の揮発性物質と彗星に含まれるそれが大きく異なる組成を持つことも説明しうる。今回提唱する内部海保持メカニズムは、冥王星に限らず比較的大型の氷天体に対しては有効であろう。またカイパーベルト天体表層の組成多様性をも説明するかもしれない。

キーワード：冥王星、内部海、ガスハイドレート
Keywords: Pluto, Subsurface ocean, Gay hydrates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷衛星・氷惑星環境を模したガスハイドレート試料の同位体測定：装置開発および測定法の検討

Isotopic measurement of gas hydrate sample simulating environment of icy satellite and icy planet: Equipment development and consideration for observation method

*工藤 久志[1]、谷 篤史[1]、吉田 尚弘[2,3]
*Kushi Kudo[1], Atsushi Tani[1], Naohiro Yoshida[2,3]

1. 神戸大学 大学院人間発達環境学研究科、2. 東京工業大学 物質理工学院 応用化学系、3. 地球生命研究所
1. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 2. Department of Chemical Science and Engineering, School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Institute of Technology, 3. Earth–Life Science Institute

近年のカッシーニによる観測から、氷衛星・氷惑星は有機物を含んだプルームや内部に液体状の海や岩石地殻を有することが知られている。その事から、地球外生命活動が存在する可能性が高いとされている。プルームを構成するガス分子の中でも、メタン（CH_4）ガスは、CH_4生成菌によるCH_4生成反応という切り口から、微生物による生命活動の指標を示唆する候補の一つとして挙げられている。しかし、プルームにおけるCH_4ガスの生成過程について、初期に発生したCH_4や岩石での地質化学的な生成の寄与が不明瞭であることから、CH_4の存在を検知するだけでは、微生物による生命活動があるといいきることができない。この現状を踏まえると、近い将来行われる氷衛星の微量ガスの同位体測定を見据え、氷衛星の環境を模したCH_4の安定炭素・水素同位体（$\delta^{13}C$, δD）の分別の素過程を室内実験により評価することが重要と考える。

本研究では、内部海–氷地殻界面においてCH_4を補捉し、プルーム放出に影響を及ぼしうるCH_4ハイドレート（Kieffer et al. 2006）に着目し、その同位体分別の程度を評価していきたいと考えている。地球内の条件（~10 MPa）では、CH_4ハイドレートの形成に伴い、δD のみ同位体分別（~10‰）が確認された（e.g. Hachikubo et al. 2007, 2015; Lapham et al. 2012）。氷衛星・氷惑星の条件の場合、更に広い圧力範囲（10–100 MPa スケール）での同位体分別の有無や程度を評価する必要がある。そのために必要な装置の設計、および、測定法の検討を進めた。発表では、装置開発の現状や測定法について紹介する。
本研究では、上記のCH_4ハイドレートへの取り込みと放出の解析を行った後、岩石地殻表層におけるCH_4生成の素過程における同位体分別、それらのデータに基づく3次元流体シミュレーションによる内部海におけるCH_4の輸送の解析により、氷衛星・氷惑星におけるCH_4の同位体がどのように変化していくかを評価していく計画を考えている。対象天体は、エンケラドス、エウロパ、および、トリトンとする。

キーワード：同位体測定、同位体分別、メタン、氷衛星・氷惑星、ガスハイドレート
Keywords: isotopic observation, isotopic fractionation, methane, icy satellite and icy planet, gas hydrate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潮汐加熱と氷殻下における熱の南北非対称性が生み出す氷殻のダイナミクス

Dynamics of icy crust of the Enceladus with tidal heating and asymmetric distribution of heat generation in the rocky core

*原田 果穂[1,2]、中川 貴司[3]、森重 学[2]、廣瀬 重信[2]
*Kaho Harada[1,2], Takashi Nakagawa[3], Manabu Morishige[2], Shigenobu Hirose[2]

1. 慶應義塾大学、2. 海洋研究開発機構、3. 香港大学
1. Keio University, 2. JAMSTEC, 3. University of Hong Kong

土星の氷衛星エンセラダスは，北半球ではクレーターが多い一方で南半球ではクレーターが少なく，特に南極付近においては約15 GWの熱放出が確認されているタイガーストライプと呼ばれる亀裂が見られる．このような熱放出を伴う表面地形が形成される要因は，エンセラダスの内部海とそこでの熱水環境を維持している熱エネルギーにあると考えられ，その熱源となりうるのは土星の潮汐力による摩擦熱（潮汐加熱）である．実際，潮汐加熱が駆動する氷殻内部における熱対流現象が表面地形形成に寄与することが先行研究によって示されているものの，南極付近のみに活発な地質活動が見られる理由はまだ分かっていない．一方，エンセラダスの岩石コアは熱源分布の不均質性がある可能性が示されている．

そこで本研究では，エンセラダスの岩石コア内部の熱生成に南北非対称性を仮定し，氷殻下から伝わる熱の南北非対称性が南極付近にのみ活発な地質活動をもたらすという仮説を立て，氷殻における熱対流シミュレーションを用いてその検証を行った．具体的には，氷殻上部の境界温度を73Kで一様にする一方で，氷殻下部の境界温度を北半球全体で273K，南半球全体で283Kと10Kの差をつけた．シミュレーションの結果，氷殻上下の温度差によって熱対流が駆動される中で，特に南極付近に集中した上昇流と北極付近に集中した下降流が現れることがわかった．下部境界温度は各半球で一様であるにもかかわらず，それぞれの極付近に集中した上昇・下降流が現れるのは，それらの流れを結ぶグローバルな子午面循環が発生するためである．また氷殻内部における熱対流が全体として輸送するエネルギーは約300GWであり，エンセラダスの南極付近で観測される熱放出の20倍に相当する．すなわち，本研究で仮定した南北非対称性のある岩石コア内部で生成される熱は大きすぎると言える．以上のような結果から生成される熱は大きすぎるものの，岩石コア内部における熱生成の南北非対称性が，現在観測されている南極付近に限定した表面地形の形成の原因となりうることが示された．ただし本研究では氷殻上面を固定境界としているため，タイガーストライプをはじめとする，熱対流が駆動すると考えられる表面地形の形成の再現はできておらず，今後の課題として残っている．

キーワード：エンセラダス、熱対流、潮汐加熱
Keywords: Enceladus, Thermal convection, Tidal heating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Chlorine-bearing aqueous fluid at crust/mantle boundary in mid-ocean ridge hydrothermal system: a case study of crustal diopsidite from Oman ophiolite

*秋澤 紀克[1]、三宅 亮[2]、土山 明[2]
*Norikatsu Akizawa[1], Akira Miyake[2], Akira Tsuchiyama[2]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 京都大学　大学院理学研究科
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Science, Kyoto University

Hydrothermal circulation in the mid-ocean ridge system is responsible for elemental enrichment, and modification of original chemical composition of the oceanic crust. In recent times, deep-rooted hydrothermal circulation down to crust/mantle boundary has been introduced regarding geological investigations and numerical models. The deep-rooted hydrothermal circulation in the mid-ocean ridge system can be one of the necessary mechanisms generating plate tectonics due to mantle hydration lowering mantle viscosity. In order to assess the mechanism of the mantle hydration in the mid-ocean ridge system, chemical composition of mantle-buffered hydrothermal fluids must be characterized. Here, we present a series of intense investigations for aqueous fluid inclusions in crustal diopsidites from Oman ophiolite. The crustal diopsidite is considered as a reaction product between gabbro (lowermost crustal material) and seawater-derived hydrothermal fluids en route from the mantle to the crust. Considering that Cr-rich minerals such as chromian spinel (Cr-spinel) and chromian garnet (uvarovites) are contained in the crustal diopsidites, the hydrothermal fluids involved were enriched in Cr. A few micrometer-sized inclusion of aqueous fluid with chromian spinel grains was frozen with a nitrogen gas-cooled cold stage, and investigated with a focused ion beam equipped with a scanning electron microscope and an energy dispersive X-ray spectrometer (cryo-FIB-SEM-EDS system). The results showed that the Cr-spinel-bearing aqueous fluid inclusion contains Cl. Regarding the mass and chemical composition of the Cr-spinels in the aqueous fluid inclusion, Cr content in the aqueous fluid was estimated at ~71400 ppm. Although Cr is considered relatively insoluble in aqueous fluids, solubility of Cr depends strongly on the activity of Cl due to complexation reactions with Cl. We propose a possibility that seawater-derived hydrothermal fluids penetrated throughout the crustal section reacted with Cl-bearing magma portion. Flow direction of the hydrothermal fluids probably changed from downward to upward in response to the heat release of the magma to the hydrothermal fluid.

キーワード：cryo-FIB-SEM-EDS、流体包有物、熱水循環、クロムスピネル、クロム、microthermometry
Keywords: cryo-FIB-SEM-EDS, fluid inclusion, hydrothermal circulation, Cr-spinel, Chromium, microthermometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高圧下における$MgSO_4$-H_2O系の相関係
Phase relation of the $MgSO_4$-H_2O system under high pressure

*近藤 忠[1]、原田 啓多[1]、白田 実希[1]、亀卦川 卓美[2]
*Tadashi Kondo[1], Keita Harada[1], Miki Sirata[1], Takumi Kikegawa[2]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻、2. 物質構造科学研究所
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science Osaka University, 2. Institute for Material Structure Science, KEK

Resent planetary exploration projects suggest existence of internal ocean in the several icy satellites. Spectral analysis of surface material of such satellite indicate sulfate materials as solute in the water ocean. Salts change generally the phase relation such as melting temperature and generation of a kind of hydrate, and affects the internal structure of the satellite. For the $MgSO_4$-H_2O system, which was considered as a possible major component in internal ocean, Nakamura and Ohtani (2011) has proposed the phase relation under pressure condition up to 4.5 GPa with existence of epsomite($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), and discussed a deep internal ocean in the Ganymede. However, the X-ray diffraction pattern they reported as epsomite includes many unidentified diffraction peaks. In this study, we re-examined the phase relation in the system $MgSO_4$-H_2O under pressure by optical observation, micro-Raman, X-ray diffraction at synchrotron facility. High pressure experiments was performed using diamond anvil cell(DAC) up to about 5GPa at room temperature for 5 to 25wt% $MgSO_4$ solution. The results show a quite different phase relation from Nakamura and Ohtani(2011) in $MgSO_4$-rich side and solidified phases. The eutectic composition is almost same as previous report, but pentahydrate($MgSO_4 \cdot 5H_2O$) is newly observed as coexisting phase with Ice VI-VII in solid, and also liquidus phase in $MgSO_4$-rich solution. We observed direct conversion from low-pressure pentahydrate to high-pressure pentahydrate which reported by Wang et al.(2018). We also evaluate the relative density difference between liquid and solid for all composition by gravitational method in DAC. Ice VI is always denser than liquid while hydrate is always less denser than liquid. We will discuss internal structure and evolution of icy satellite based on this new results.

キーワード：エウロパ、高圧実験、内部海構造
Keywords: Europe, high-pressure experiment, structure of internal ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球の揮発性元素組成の起源：衝突大気剥ぎ取りとコア形成の寄与
The Origin of Earth’s Volatile Composition: Effects of Impact-induced Atmospheric Erosion and Core Formation

*櫻庭 遥[1]、黒川 宏之[2]、玄田 英典[2]、太田 健二[1]
*Sakuraba Haruka[1], Hiroyuki Kurokawa[2], Hidenori Genda[2], Kenji Ohta[1]

1. 東京工業大学、2. 地球生命研究所
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Earth-Life Science Institute

Unveiling the origin of Earth’s volatile composition is crucial for understanding how Earth developed its habitable environment. Carbon (C), nitrogen (N), and hydrogen (H) are the backbone for the chemistry of life and main components of the atmosphere and oceans (e.g., Katling & Casting, 2017). The volatiles in rocky planets are thought to have been delivered by chondritic materials. However, the elemental composition of the bulk silicate Earth (BSE) shows the depletion of C and N relative to H, a high C/N ratio, and a low C/H ratio compared to chondrites (e.g., Hirschmann, 2016; Bergin et al., 2015).

The volatiles delivered to the accreting planet were potentially lost to space by impacts or sequestered in the core. In order to understand how these processes affect the Earth’s volatile composition, we modeled both the main accretion stage and the late accretion stage. The former considered the elemental partitioning between the atmosphere, MO, and metal which segregates into the core (e.g., Hirschmann, 2016; Bergin et al., 2015). The latter considered the partitioning between the atmosphere, oceans, and carbonate (the crust) (e.g., Sakuraba et al., 2019). By calculating the evolution for the range of partitioning coefficient, solubilities, and impactor properties, we evaluated how the resulting volatile composition of BSE depends on these input parameters.

As a result, we succeeded to reproduce the elemental composition of major volatile elements in current BSE from a chondritic source when we chose the appropriate parameter values. While the elemental fractionation during the main accretion ended up with the excess of N/C, the preferential loss of N from the atmosphere during the late accretion reproduced BSE’s volatile pattern. During the main accretion, C was most affected by the core segregation because C is the most siderophile among the volatile elements. During the late accretion, N was most affected by the atmospheric erosion because C and H were trapped in the surface reservoirs. The different BSE’s composition patterns were obtained depending on parameters such as impactor’s composition, impactor’s size-distribution, and element partitioning properties. Our results suggest that the current Earth’s composition can be obtained by the homogeneous accretion of chondritic planetesimals.

[1] Hirschmann, (2016) *American Mineralogist*, 101, 540.
[2] Bergin et al., (2015) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, 8965.
[3] Sakuraba et al., (2019) *Icarus*, 317, 48.

キーワード：揮発性元素組成、マグマオーシャン、衝突大気剥ぎ取り、コア形成
Keywords: volatile composition, magma ocean, impact-induced atmospheric erosion, core formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS11] 水惑星学

コンビーナ:関根 康人(東京工業大学地球生命研究所)、臼井 寛裕(東京工業大学地球生命研究所)、福士 圭介(金沢大学環日本海域環境研究センター)、渋谷 岳造(海洋研究開発機構)、座長:関根 康人(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、福士 圭介、臼井 寛裕

本セッションでは、地球を始めとする惑星や衛星の形成・進化に対して、液体の水が果たした役割を統一的に理解する「水惑星学」に関する研究発表と議論を行う。特に、微惑星での水-鉱物化学反応、原始太陽系での水分布と地球型惑星の水の起源、地球における水循環やその化学的性質の理解、火星の水環境復元、氷衛星における水の挙動と生命生存可能性、水を含む太陽系天体の探査、ハビタブル水惑星の形成・進化など、地球を基礎として太陽系外まで視野に入れた議論が望まれる。

15:30 ~ 15:45

[MIS11-07] Finding of oxidized sulfur species in carbonates from a Martian meteorite Allan Hills 84001 using μ-XANES

*梶谷 伊織[1]、田辺 学[1]、中田 亮一[2]、臼井 寛裕[3]、小池 みずほ[3]、松浦 史宏[4]、横山 哲也[1] (1.東京工業大学、2.海洋研究開発機構、3.宇宙科学研究所、4.地球生命研究所)

15:45 ~ 16:00

[MIS11-08] A study on Martian water environment based on the μ-XRF-XANES analysis for the secondary minerals formed in a nakhlite meteorite (Y 000593) vein

*鈴木 慧花[1]、菅 大暉[1]、山口 亮[2]、臼井 寛裕[3]、関澤 央輝[4]、新田 清文[4]、高橋 嘉夫[1] (1.東京大学、2.国立極地研究所、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4.JASRI/SPring-8)

16:00 ~ 16:15

[MIS11-09] 火星における水および粘土鉱物の傾斜角に対する影響

*松岡 友希[1]、片山 郁夫[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所)

16:15 ~ 16:30

[MIS11-10] **Dark Streak Features in Mongolia: Implications for Formation Mechanisms of Recurring Slope Lineae on Mars**

*中村 麻也[1,2]、関根 康人[1]、福士 圭介[3]、長谷部 徳子[3]、Davaadorj Davaasuren[4]、高橋 嘉夫[2]、長谷川 精[5]、小倉 拓郎[6]、森田 康暉[3]、Tuvshin Gerelmaa[4] (1.東京工業大学地球生命研究所、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.モンゴル国立大学地理学専攻、5.高知大学理工学部地球環境防災学科、6.東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻)

16:30 ~ 16:45

[MIS11-11] The occurrence of perchlorate salt in and around the Taklimakan Desert, China

*Haibo Qin[1,2]、Shitong Yang[1]、Qing Chang[3]、Chihiro Miyamoto[1]、Yoshio Takahashi[1] (1.Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science、2.State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences、3.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

16:45 ~ 17:00

[MIS11-12] Measurement technique to quantify OH radicals photochemically generated on the ice surface

*薮下 彰啓[1]、西本 寛彰[1]、原田 明[1] (1.九州大学大学院総合理工学研究院)

Finding of oxidized sulfur species in carbonates from a Martian meteorite Allan Hills 84001 using μ-XANES

*梶谷 伊織[1]、田辺 学[1]、中田 亮一[2]、臼井 寛裕[3]、小池 みずほ[3]、松浦 史宏[4]、横山 哲也[1]
*Kajitani Iori[1], Gaku Tanabe[1], Ryoichi Nakada[2], Tomohiro Usui[3], Mizuho Koike[3], Fumihiro Matsuura[4], Tetsuya Yokoyama[1]

1. 東京工業大学、2. 海洋研究開発機構、3. 宇宙科学研究所、4. 地球生命研究所
1. Tokyo Institute of Technology, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Institute of Space and Astronautical Science, 4. Earth-Life Science Institute

The widespread evidence of liquid water on Mars has led to detailed studies of Martian habitable surface environments [1]. Among them is the geochemical study of carbonate in the 4-billion-year old meteorite Allan Hills (ALH) 84001 because the carbonate is interpreted to have formed from fluids in the early stage of Mars history (~4 Ga) [2]. This study examined speciation of sulfur in carbonates of ALH 84001 as a proxy to trace the chemical evolution of fluids that formed the ALH 84001 carbonates.

We conducted sulfur K-edge (2472 eV) micro X-ray absorption near edge structure (μ-XANES) analysis at BL27SU at SPring-8. X-ray beam was focused using a K-B mirror to a final spot size of 15 (H) ×15 (V) μm^2. Prior to the μ-XANES analysis, X-ray fluorescence mapping which was scanned in 20 μm step was obtained to determine the analytical spot with referring to the petrological observation and backscattered electron images using electron prove micro analyzer (EPMA).

A diagnostic signature of oxidized sulfur [S(VI)] was observed in all the analytical points, whereas X-ray absorption peaks corresponding to S(-II) and an organic sulfur (Di-n-octadecyl disulfide) were observed in some analytical spots. We propose two possible processes for the incorporation of S(VI) species in the carbonate grains of ALH 84001 on the Martian surface: (co-)precipitation of sulfate minerals with the carbonate or substitution of sulfate ion for carbonate ion (carbonate associated sulfate: CAS). The incorporation of trace amount of sulfate minerals is consistent with the widespread distribution of sulfate-bearing deposits in Noachian terranes [3]. However, any type of sulfate minerals has not been observed in the carbonate grains of ALH 84001 even using the transmission electron microscope observations [4]. On the other hand, the CAS-bearing carbonates are common on Earth, though the concentration of CAS in carbonate is typically low (~100s-1,000s ppm) [5]. We conducted thermodynamic calculations under conditions proposed to explain the ALH 84001 carbonates [6, 7]. The thermodynamic calculations indicated that sulfur mainly occurred as sulfate ion in water at Eh-pH conditions where the ALH 84001 carbonate precipitated. This result suggests a possibility that the observed S(VI) species could have occurred as CAS in the ALH 84001 carbonates under the fluid conditions ranging from 6 to 9 for pH and -0.25 to 0 for Eh (V).

[1] Klingelhöfer et al. (2004) Science 306, 1740-1745. [2] Lapen et al. (2010) Science 328, 347-351. [3] Okubo et al. (2008) Planets, 113. [4] Thomas-Keprta et al. (2009) Geochimica et Cosmochimica Acta 73, 6631-6677. [5] Matsu’ura (2016) PhD Thesis, Tokyo Institute of Technology. [6] Melwani Daswani et al. (2016) Meteoritics & Planetary Science 51, 2154-2174. [7] Fairén et al. (2004) Nature 431, 423.

キーワード：火星、ALH 84001、μ-XANES、硫黄
Keywords: Mars, ALH 84001, μ-XANES, sulfur

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A study on Martian water environment based on the μ-XRF-XANES analysis for the secondary minerals formed in a nakhlite meteorite (Y 000593) vein

*鈴木 慧花[1]、菅 大暉[1]、山口 亮[2]、臼井 寛裕[3]、関澤 央輝[4]、新田 清文[4]、高橋 嘉夫[1]
*Keika Suzuki[1], Hiroki Suga[1], Akira Yamaguchi[2], Tomohiro Usui[3], Oki Sekizawa[4], Kiyofumi Nitta[4], Yoshio Takahashi[1]

1. 東京大学、2. 国立極地研究所、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、4. JASRI/SPring-8
1. University of Tokyo, 2. National Institute of Polar Research, 3. JAXA, ISAS, 4. JASRI/SPring-8

Martian meteorite nakhlite has attracted attention because it has various secondary mineral assemblages (such as iddingsite) formed by water-rock reaction on the Mars. The iddingsite holds physicochemical information of water when it formed on Mars. However, the formation processes of the minerals are not clear because both carbonates (precipitate under reductive alkaline conditions) and sulfates (precipitate under oxidative acidic conditions) that cannot coexist under an equilibrium condition were found. Among these minerals, sulfate minerals are considered as a terrestrial contamination in several researches in contrast to carbonate minerals accompanied with various secondary minerals such as saponite and serpentine. Here, we examined trace element distribution within the carbonate phases in Y 000593 by FE-SEM-EDS/FE-EPMA and synchrotron-based μ-XRF-XANES in order to determine the transition history of the Eh-pH conditions during the carbonate formation, which reconcile the coexistence of carbonate and sulfate phases in the iddingsite. The detailed understanding of environment (*e.g.,* fluid chemistry) allows us to give a new constraint on the physicochemical evolution of the water that altered the nakhlite body during the last ~6.5 million years.

The polished thin section (PTS: #58-1 in NIPR) of Y 000593 was used for this study. First, the identification of secondary mineral phases in the iddingsite were conducted by FE-SEM-EDS and FE-EPMA at the University of Tokyo. After that, we investigated distribution of trace elements by μ-XRF-XANES at BL37XU of SPring-8, and BL-4A/15A of KEK-PF. Subsequently, we tried to constrain the iddingsite formation environment (such as Eh-pH conditions) from the proportion of secondary minerals.

Carbonates ($FeCO_3$, $MnCO_3$, $CaCO_3$), iron oxides (FeOOH), clay minerals (Fe-rich saponite), and Si-rich vein were identified in the iddingsite from the outside to the center of vein by FE-SEM-EDS and FE-EPMA analysis. In particular, carbonate aggregates were mainly composed of $(Mn,Fe)CO_3$ and $(Ca,Fe)CO_3$. This result suggested that the iddingsite was altered by CO_2-rich reductive alkaline fluid (Eh≦0.2: pH=9.0~11) [Brookins, 1998]. The difference between distributions of Mn and Ca suggests that fluid with different Eh-pH conditions flowed several times or water condition was changed during carbonate formation because $(Mn,Fe)CO_3$ and $(Ca,Fe)CO_3$ cannot overlap in the Eh-pH diagrams ($(Mn,Fe)CO_3$ precipitate at Eh=-0.4~-0.0: pH=9.0~9.5; $(Ca,Fe)CO_3$ precipitate at Eh=-0.3~-0.1: pH=6.5~9.0). The μ-XANES analysis revealed that Cr(III) coexisted in $(Mn,Fe)CO_3$, since Cr cannot be enriched in MnO_2 in general. It is presumed that Mn precipitated originally as MnOOH, which was transformed into $MnCO_3$ in the presence of alkaline fluid. In $(Ca,Fe)CO_3$, 20% of Fe was present as FeOOH. It was implied that FeOOH is precursor of the $FeCO_3$. In addition, we detected S(VI) in the iddingsite, of which chemical species are the clay mineral adsorbent (Fe-rich saponite), $Mn^{2+}(Mn^{3+})O_4$, and $MnCO_3$ by XANES fitting. This results suggested that sulfate-bearing alkaline fluid flowed in the final stage of the iddingsite formation. Besides, its concentration decrease from the mesostasis phase. Therefore, S(VI) in the clay minerals portion related to

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the FeS in the mesostasis, and apart of FeS might flowed out as alkaline fluid.

From this study, we conclude that the carbonates in iddingsite formed by reductive alkaline fluid (Eh≦0.2: pH=9.0-11), opposite to sulfate formation. However, it is still not clear whether these carbonate minerals were locally formed or widespread in the nakhlite from the spatial distribution point of view. Therefore, we are trying to observe the 3D structure/elemental distribution of the iddingsite by XAFS-CT method in order to clarify the fluid path related to the formation process of the carbonate minerals.

キーワード：火星、火星隕石、放射光X線分析
Keywords: Mars, Martian meteorite, Synchrotron radiation X-ray analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火星における水および粘土鉱物の傾斜角に対する影響
Influence of water and clay minerals for slope angles on Mars

*松岡 友希[1]、片山 郁夫[1]、野口 里奈[2]、臼井 寛裕[2]
*Yuhki Matsuoka[1], Ikuo Katayama[1], Rina Noguchi[2], Tomohiro Usui[2]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

内部摩擦角は，水と粘土鉱物の影響を強く受ける摩擦係数によって決定される．間隙水は有効圧を減少させ，内部摩擦角は小さくなる．すると，ドライ条件では約35度となる摩擦角がウェット条件では約25度になると考えられる．また，多くの鉱物は摩擦係数0.6-0.85でほぼ一定となることが知られているが，粘土鉱物は水の存在によって0.1と非常に低い摩擦係数を示す例も知られている(e.g. Behnsen and Faulkner, 2012; Moore and Lockner, 2004)．その場合，摩擦角も非常に小さくなると考えられる．安息角はおおよそ内部摩擦角と等しいと考えられるため，傾斜角も水およびウェット条件の粘土鉱物の存在によって著しく小さくなる可能性があげられる．

粘土鉱物は火星の広い範囲で確認されている(Ehlmann and Edwards, 2014)．そこで、火星の地形における傾斜角に注目し，水が存在した可能性のある領域においてその影響が見られないかを検証した．

本研究ではまずRecurring Slope Lineae(RSL)に注目した．RSLとは，火星において流動する水の証拠になるのではないかと考えられている黒い筋のことである(e.g. McEwen et al., 2011; Stillman et al., 2017)．複数のRSLがマリネリス峡谷東部に位置するコプラテス・カズマにおいて確認されている．今回，RSLが確認されている地域と確認されていない地域において傾斜角を比較した．

コプラテス・カズマにおいては10地点の傾斜角を算出した．ほぼすべての領域で傾斜角は31-37度という結果となり，RSLや水和珪酸塩の存在による違いは見られなかった．そのため，コプラテス・カズマでは水および粘土鉱物による傾斜角の影響は卓越していないと結論付けた．

また，他の火星において水が存在した可能性のある地域についても同様の手法を用いて検証を行う．

キーワード：火星、水、傾斜角
Keywords: Mars, water, slope angle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dark Streak Features in Mongolia: Implications for Formation Mechanisms of Recurring Slope Lineae on Mars

*中村 麻也[1,2]、関根 康人[1]、福士 圭介[3]、長谷部 徳子[3]、Davaadorj Davaasuren[4]、高橋 嘉夫[2]、長谷川 精[5]、小倉 拓郎[6]、森田 康暉[3]、Tuvshin Gerelmaa[4]
*Maya Nakamura[1,2], Yasuhito Sekine[1], Keisuke Fukushi[3], Noriko Hasebe[3], Davaadorj Davaasuren[4], Yoshio Takahashi[2], Hitoshi Hasegawa[5], Takuro Ogura[6], Koki Morida[3], Tuvshin Gerelmaa[4]

1. 東京工業大学地球生命研究所、2. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 金沢大学環日本海域環境研究センター、4. モンゴル国立大学地理学専攻、5. 高知大学理工学部地球環境防災学科、6. 東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 3. Institute of Nature & Environmental Technology, Kanazawa University, 4. Department of Geography, National University of Mongolia, 5. Department of Global Environment and Disaster Prevention, Kochi University, 6. Department of Socio-Cultural Environmental Science, The University of Tokyo

Recurring Slope Lineae (RSL) are dark, narrow features that appear and lengthen on steep (~30°) slopes in warm seasons and fade in cold seasons of Mars (e.g., McEwen et al., 2011). Although the formation mechanism of RSL is still in debate, several processes have been proposed, including liquid brine flows triggered by melting of subsurface ice (a wet process) (e.g., Stillman et al., 2016), and granular flows on slopes (a dry process) (e.g., Schmidt et al., 2017). However, neither wet nor dry processes can explain all of the observables of RSL. In especially, the wet process seems to be inconsistent with the absence of absorptions due to liquid water on RSL and the fact that RSL appear only on steep slopes (McEwen et al., 2014).

Here, we report RSL-like dark streak features in cold, arid areas of Khangai Mountains, Mongolia, on Earth. In this area, discontinuous permafrost and underground ice melt seasonally (Szuminska, 2016). We find that dark streak features in this area show seasonal variation similar to RSL on Mars. Although the slope angles of the terrestrial analogues (~10°) are shallow, the observed similarities in morphology and seasonal activity suggest that the streak features in Mongolia can be promising terrestrial analogues of RSL on Mars.

We also conducted geological survey for the terrestrial RSL analogues found in Mongolia in August 2018. By analyzing the visual images taken by a unmanned aerial vehicle, a three-dimensional topographic structure was constructed. In the geological survey, we measured water contents of soils on site on and outside the dark streak features. The mineralogical compositions and grain size distributions were measured for the collected soil samples.

Although no water flowed during the survey, dark streak features appeared in the terrestrial RSL analog sites in Mongolia. The upstream of the dark streaks are dented in a few centimeters, which becomes shallower toward the downstream. These observations suggest that erosion of surface soils occurred along with the dark streak features in the past. This view is supported by our results of the flow accumulation analysis. Although the formation of the dark streaks relate with water flow, darkening itself is not caused by the presence of liquid water. Water contents in surface soils on the dark streaks show no significant difference from those outside the streaks within errors. The surface of the dark streaks contains less bright sands and more dark silts than the surfaces outside the dark streaks. These results suggest that selective traction of the bright sand-sized grains by surface runoff results in remnant of the dark silt-sized

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

grains on the slopes, which darkens the streak features after dryness. The required friction velocity for the traction is estimated to be ~20 mm/sec, consistent with flow rate due to melting of ground ice in the research area.

Based on the formation mechanism of the terrestrial RSL analogues, we can address the two issues in the wet process for RSL formation on Mars; 1) no remote-sensing detection of liquid water, and 2) the fact that RSL appear only on steep slopes. At RSL sites on Mars, a thin layer of fine soils is considered to cover basaltic bedrocks on the slopes (Ruff and Christensen, 2002). If liquid brine flows due to melting of underground ice, this can remove fine sands on the slopes. Consequently, dark streak features appear on the slopes due to exposure of underlying basaltic bedrocks after dryness of brine. Given the difference in gravity between Earth and Mars, we suggest that a friction velocity of surface runoff similar to the terrestrial RSL analogs can be achieved when a slope with angle > ~25–30° on Mars, if the depth and width of water flow are same. Our results suggest that RSL on Mars would appear only on steep slopes due to its low gravity.

キーワード：火星、繰り返し現れる斜面の筋模様(RSL)、地球上アナログフィールド
Keywords: Mars, Recurring Slope Lineae (RSL), Terrestrial analogues

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The occurrence of perchlorate salt in and around the Taklimakan Desert, China

*Haibo Qin[1,2], Shitong Yang[1], Qing Chang[3], Chihiro Miyamoto[1], Yoshio Takahashi[1]

1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, 2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The formation and preservation of perchlorate (ClO_4^-) in arid and semi-arid deserts on Earth is of growing concern, because the desert could serve as a viable analog for Martian landscape where high perchlorate has been recently discovered. In this study, perchlorate in samples collected from the Taklimakan Desert, Xinjiang, NW China was extracted by water and then measured by IC-MS/MS. The Cl speciation was determined by Cl K-edge XANES analysis to provide direct spectroscopic evidences for the presence of perchlorate. Results showed that the moraine sample contains a higher perchlorate concentration and the ClO_4^-/Cl^- ratio in comparison with sand, river sediment and loess samples. Furthermore, $KClO_4$ was identified as the dominant perchlorate species in the hotspot of moraine sample by μ-XANES analysis, which is significantly different from the dominant presence of $Ca(ClO_4)_2$ and $Mg(ClO_4)_2$ species on Martial soil. This result could be explained by the lowest solubility for $KClO_4$, while other perchlorate salts would be easily leached and mobile on Earth in contrast to Mars where much lesser liquid water is present in the history and present-day. Thus, the finding in this study would provide important insights into the prevalence of perchlorate on Mars.

Keywords: perchlorate, distribution, XANES

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Measurement technique to quantify OH radicals photochemically generated on the ice surface

*薮下 彰啓[1]、西本 寛彰[1]、原田 明[1]
*Akihiro Yabushita[1], Hiroaki Nishimoto[1], Akira Harata[1]

1. 九州大学大学院総合理工学研究院
1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University

Reaction processes of many molecules are presumably involved in oxidative atoms/molecules generated by photodecomposition of molecules adsorbed on cold dust grains. Hydroxyl (OH) radicals are considered as one of them. The chemistry of OH radicals plays a key role in the radiolysis and photolysis of water-rich ices of astrochemical origin. Measurements of OH radical in water-ice in the laboratory have been done by UV, EPR, X-ray absorption, and infrared absorption measurements. However, quantification of OH radicals on the ice surface has not yet been made. In the present work, we have tried to develop the measurement technique to quantify OH radicals photochemically generated on the surface of ice film. In this technique, OH are converted to the different molecule by utilizing the chemical reaction, and monitored through reflection absorption infrared spectroscopy. We have investigated the effect of ice temperature on abundance of OH radicals on the ice surface at 8-70 K. In addition, the effect of ice surface morphology on abundance of OH radicals has been studied by preparing the amorphous solid water and polycrystalline ice. The present study experimentally shows both the temperature and surface morphology plays an important role in abundance of OH radicals on the ice surface.

キーワード：OHラジカル、氷、真空紫外光、赤外反射吸収分光法、表面
Keywords: OH radical, ice, vacuum-ultraviolet light, RAIRS, surface

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 201A 2F

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)、座長:木庭 啓介(京都大学)、稲垣 善之、藤井 一至

生物地球化学は、生態学や地球化学、陸水学、水文学、土壌学、環境科学など、さまざまな分野の研究者により取り組まれている領域である。これ まで我が国では、これらの活動は分野毎に個別的に行われてきた。本セッションは、生物地球化学分野を包括する場を提供し、 交流を促進させることで、この領域の将来的な発展を期する。大気水圏科学、地球人間圏科学、地球生命科学 などの領域を包含していることから、『領域外・複数領域』として本セッションを開催する。

10:45 ~ 11:00

[MIS13-01] 根は粘土に対応できる：ポドゾル化に対する樹木根の可塑性

*藤井 一至[1]、牧田 直樹[2]、Martin Küttim[3]、Shinya Sugita[3] (1.森林総合研究所、2.信州大学、3.タリン大学)

11:00 ~ 11:15

[MIS13-02] 東日本大震災によって形成された塩性湿地における無機態窒素変換プロセス

*福島 慶太郎[1]、橋本 和磨[2]、黒岩 恵[3]、横山 勝英[2]、諏訪 裕一[3] (1.京都大学生態学研究センター、2.首都大学東京大学院都市環境科学研究科、3.中央大学理工学部)

11:15 ~ 11:30

[MIS13-03] 高緯度北極スバールバルの氷河後退域における土壌硝化能の遷移

*林 健太郎[1]、田邊 優貴子[2,3]、小野 圭介[1]、浅野 眞希[4]、服部 祥平[5]、内田 雅己[2,3]、早津 雅仁[1] (1.農研機構・農業環境変動研究センター、2.国立極地研究所、3.総研大学、4.筑波大学、5.東京工業大学)

11:30 ~ 11:45

[MIS13-04] **Transition of soil organic carbon in a volcanic ash soil derived from Towada volcano, Japan**

*JITHYA NAWODI WIJESINGHE[1]、Jun Koarashi[2]、Mariko Atarashi Andoh[2]、Yoko Saito Kokubu[3]、Noriko Yamaguchi[4]、Takashi Sase[5]、Mamoru Hosono[6]、Yudzuru Inoue[7]、Yuki Mori[1]、Syuntaro Hiradate[1] (1.Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan、2.Nuclear Science and Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency, Ibaraki 319-1195, Japan、3.Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency,Gifu 509-5102, Japan、4.National Agriculture and Food Research Organization, Institute for Agro-environmental Sciences, 3-1-3 Kan-nondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan、5.Boreal Laboratory for Phytolith Research, Iwate 028-7302,Japan、6.Tokyo Natural History Research Structure,Tokyo 162-0052, Japan、7.Faculty of Applied Information Technology, Nagasaki Institute of Applied Science,Nagasaki 851-0193, Japan)

11:45 ~ 12:00

[MIS13-05] 土壌で普遍的に起こる炭素・窒素安定同位体比および放射性炭素濃度の変動とその規定因子：微生物代謝・鉱物表面反応・団粒化

*和穎 朗太[1]、梶浦 雅子[1]、井上 弦[2]、浅野 眞希[3]、早川 智恵[4] (1.農研機構 農業環境変動研究センター、2.長崎総合科学大学、3.筑波大学 環境生命系、4.東京大学農学生命科学研究科)

12:00 ~ 12:15

[MIS13-06] 日本の森林生態系における養分供給源：降水、風化、リターの寄与率

*稲垣 善之[1]、藤井 一至[1] (1.森林総合研究所)

根は粘土に対応できる：ポドゾル化に対する樹木根の可塑性
Root meets clays: Tree root plasticity in podzolized soil

*藤井 一至[1]、牧田 直樹[2]、Martin Küttim[3]、Shinya Sugita[3]
*Kazumichi Fujii[1], Naoki Makita[2], Martin Küttim[3], Shinya sugita[3]

1. 森林総合研究所、2. 信州大学、3. タリン大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Shinshu University, 3. Tallinn University

Root functional traits could vary among plant species. Root traits are known to respond to a decrease in nutrient availability along with soil aging and plant succession, while root plasticity of single tree species to soil aging is still unclear on a soil profile scale. We investigated whether trees develop finer root architecture along with soil aging in coniferous forest dominated by single species (*Pinus sylvestris*) in Estonia. We measured depth distribution of root biomass and traits (specific root length and tissue density). We compared ca. 100, 300, and 500 years old soils (podzols) on two coastal dune chrnosequence that differ in abundance of soil clay or Al and Fe oxides; Hiiumaa island (facing Balt Sea) and Juminda (facing Finland Gulf), where ridge-swale topography has been developed by isostacy. On Juminda chronosequence where oxalate-extractable P (oxide-bonded) is accumulated in the shallow subsoil, fine roots are concentrated in oxide-rich soil horizons. On oxide-poor Hiiumaa chronosequence where P is translocated in the deeper soil, fine roots are concentrated in organic horizon. Tree roots could change root distribution and surface area depending on extent of P occlusion in clays or leaching in soil aging. Tree community shift toward finer root architecture along with migration of Al and Fe oxides or selection of individuals with finer root structure could occur.

キーワード：アイソスタシー、細根、土壌、ポドゾル化
Keywords: Isostacy, Fine root, Soil, Podzolization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東日本大震災によって形成された塩性湿地における無機態窒素変換プロセス

Nitrogen transformation process in newly created salt marsh in the aftermath of the 2011 Great East Japan Earthquake

*福島 慶太郎[1]、橋本 和磨[2]、黒岩 恵[3]、横山 勝英[2]、諏訪 裕一[3]
*Keitaro Fukushima[1], Kazuma Hashimoto[2], Megumi Kuroiwa[3], Katsuhide Yokoyama[2], Yuichi Suwa[3]

1. 京都大学生態学研究センター、2. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科、3. 中央大学理工学部
1. Center for Ecological Research, Kyoto University, 2. Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, 3. Faculty of Science and Engineering, Chuo University

Dissimilatory nitrate reduction to ammonium (DNRA) is one of the most important processes of nitrate removal in an anaerobic condition. The 2011 Great East Japan Earthquake and subsequent tsunami attack widely created the intertidal salt marsh along the coast due to sea water intrusion and large ground subsidence. It is necessary to elucidate the ecosystem functions of the newly created salt march. Salt marsh is located in the conjunction point of river and sea, therefore the conversion of dissolved inorganic nitrogen concentrations and forms in the salt marsh may directly impact the productivity and biodiversity of marine ecosystems. However it is still unknown that the role of this specific salt marsh in nutrient dynamics. In September 2017, the surface sediments were collected at the intertidal and subtidal points of the salt marsh, and their potential rates of denitrification, DNRA, and anaerobic ammonium oxidation (Anammox) were estimated by using a 15N tracer technique. As for the nitrate-nitrogen removal in the sediments, the rate of DNRA was ranged from 24.8 to 177 nmol g-1 h-1, while the denitrification rate was ranged from 2.9 to 32.8 nmol g-1 h-1. Our results demonstrate that the DNRA would be significantly important in nitrate removal, and it also suggests that the conversion of inorganic nitrogen form nitrate to ammonium in the salt marsh might affect the species composition of phytoplankton and the primary production in the marsh and the coastal area connected with the marsh.

キーワード：塩性湿地、異化的硝酸還元、脱窒
Keywords: salt marsh, dissimilatory nitrate reduction to ammonium, denitrification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高緯度北極スバールバルの氷河後退域における土壌硝化能の遷移
Succession of soil nitrification potential at a glacier foreland in Svalbard

*林 健太郎[1]、田邊 優貴子[2,3]、小野 圭介[1]、浅野 眞希[4]、服部 祥平[5]、内田 雅己[2,3]、早津 雅仁[1]
*Kentaro Hayashi[1], Yukiko Tanabe[2,3], Keisuke Ono[1], Maki Asano[4], Shohei Hattori[5], Masaki Uchida[2,3], Masahito Hayatsu[1]

1. 農研機構・農業環境変動研究センター、2. 国立極地研究所、3. 総研大学、4. 筑波大学、5. 東京工業大学
1. Institute for Agro-Environmental Sciences, NARO, 2. National Institute of Polar Research, 3. SOKENDAI, 4. University of Tsukuba, 5. Tokyo Institute of Technology

北緯80度付近に位置するスバールバル諸島は，暖流の影響を受けるために比較的暖かく，諸島西部を中心に20世紀より氷河の後退が進んできた．近年は氷河後退が一層加速していると懸念されている．陸上氷河の後退とは，それまで氷に隠れていた地表が外界に晒されることでもある．かつて存在したかも知れない土壌は氷食によって失われており，いわゆる母材が露出した状態となる．そこでは，水食のリスクはあるものの，土壌生成が再開する．その時，一度リセットされた土壌窒素循環はどのように再始動し，変遷していくのだろうか．また，高緯度北極で進行中と懸念される気候変動（特に昇温とそれに係る水循環の変化）が重なると，土壌窒素循環の変遷はどのように応答するのだろうか．窒素循環は多くのプレーヤーによる多くの過程が複雑に絡み合って成り立っている．本研究ではそのうち，硝酸態窒素の給源として重要な硝化に着目する．硝化はアンモニア酸化による亜硝酸生成と亜硝酸酸化による硝酸生成の2段階からなる微生物過程であり，アンモニア酸化が硝化速度全体を律速するとされる．また，硝化微生物は主として独立栄養性であり，遷移の初期から生態系に入り込んで定着するプレーヤーでもある．さらに，硝化微生物は細菌および古細菌と異なるドメインに存在することも興味深い．本研究の目的は，氷河後退が進行中のスバールバル諸島スピッツベルゲン島ニーオルスン近郊の東ブレッガー氷河において，その氷河後退域（前地）における表層土壌の硝化特性（アンモニア酸化能［AOP］および硝化微生物フロラ）の実態および経年変化，そしてオープントップチャンバー（OTC）を用いた環境操作（パッシブ式加温および土壌水分への影響）に対する硝化特性の応答を解明することである．

調査地は国立極地研究所が東ブレッガー氷河後退域に設置した永久コドラート2か所（サイト1, 北緯78˚54'46", 東経 11˚50'18"; サイト2, 北緯78˚54'54", 東経11˚49'38"）である．航空写真によれば，サイト1は1969～1977年の間に，サイト2は1950～1960年代に氷河が後退して地表が露出したとみられる．各サイトは岩や石に富むものの，細砂やシルトを含む鉱質土壌が形成されている．硝化特性の実態および経年変化を調べる実験は2015年7月に開始した．各サイトにOTCによる加温区と未処理の対照区を1つずつ設け，4 mmの篩を通してよく混和した現地の表層土壌（一部は初期値測定のために確保）を充填した塩ビ製コアを各区に20個ずつ埋設した．この混和処理は土壌の初期条件を揃えてシグナルの検出力を高めるためである．各区の土壌コアのうち5個にはそれぞれ土壌水分・地温センサー（5TM, Decagon）を設置してモニタリングを開始した．以降，毎年夏季に現地に赴き，サイトのメンテナンス，土壌水分・地温データの回収，および各区から3個の土壌コア回収を行った．回収した土壌コアは表層（0-2 cm）と下層（2-4 cm）分け，硝化特性の分析に供した．実験は2020年夏季まで継続する予定であり，今回の発表では途中経過を報告する．AOPは，好気条件で土壌に基質溶液を加えた振とう培養による10℃および20℃における亜硝酸生成速度として求めた．微生物フロラは，全年次の試料が揃ってから一まとめに解析する予定である．

OTCによる年単位の加温効果はサイト1で0.4～0.5℃，サイト2で0.5～0.7℃であった．ただし，加温効果が強くあらわれたのは積雪期であった．また，OTCによる土壌水分への影響は，実験開始後1年間は加温区で加湿傾向であったが，以降は加温区で乾燥傾向となった．原因の特定には至っていないものの，加温区の昇温が長期的な土壌の乾燥化をもたらしている可能性がある．AOPは，氷河後退後の経過年数の長いサイト2においてサイト1の約2倍の値を示した．加温区と対照区のAOPの差は顕著ではなく，表層と下層の差も顕著ではな

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

く，また，経年変化も単調ではなかった．一方，20℃のAOPは，両サイト，表層・下層，経年変化の全ての条件を含めて10℃のAOPよりも顕著に大きかった．調査地の年平均地温は−1.5〜0.3℃，非積雪期については5〜6℃，日平均最高地温は14℃であった．20℃に対するAOPの顕著な正の応答は，今後の温暖化が硝化を促進する可能性を示唆する．調査開始から3年間のデータでは遷移傾向の結論は出せないものの，AOP（10℃）は増減が明瞭でなく，AOP（20℃）は増加傾向であった．今後2年分のデータに期待する．

本研究の成果は科研費26304018「高緯度北極氷河後退域における硝化特性の遷移とその気候変動応答の解明」および国立極地研究所プロジェクト研究KP309により得られた．

キーワード：硝化、アンモニア酸化能、氷河後退、ツンドラ、北極土壌、オープントップチャンバー
Keywords: Nitrification, Ammonia oxidation potential, Glacier retreat, Tundra, Arctic soil, Open top chamber

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transition of soil organic carbon in a volcanic ash soil derived from Towada volcano, Japan

*JITHYA NAWODI WIJESINGHE[1], Jun Koarashi[2], Mariko Atarashi Andoh[2], Yoko Saito Kokubu[3], Noriko Yamaguchi[4], Takashi Sase[5], Mamoru Hosono[6], Yudzuru Inoue[7], Yuki Mori[1], Syuntaro Hiradate[1]

1. Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan, 2. Nuclear Science and Engineering Center, Japan Atomic Energy Agency, Ibaraki 319-1195, Japan, 3. Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency,Gifu 509-5102, Japan, 4. National Agriculture and Food Research Organization, Institute for Agro-environmental Sciences, 3-1-3 Kan-nondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan, 5. Boreal Laboratory for Phytolith Research, Iwate 028-7302,Japan, 6. Tokyo Natural History Research Structure,Tokyo 162-0052, Japan, 7. Faculty of Applied Information Technology, Nagasaki Institute of Applied Science,Nagasaki 851-0193, Japan

Soil organic carbon (SOC) is generated from organic components by receiving biological and chemical transformations in soils. In volcanic ash soils, mean resident time of SOC is generally long, so the mechanisms of the long lives are of interest for the development of techniques for carbon sequestration in soils. In the present study, we aim to elucidate the transformation process of SOC by fractionating SOC representing the transition stage of the original organic components and characterized the SOC fractions by isotopic and nuclear magnetic resonance spectroscopic analyses.

In this study, we analyzed SOC from a buried soil layer formed between 6,200 and 9,400 cal yBP, because the SOC can be well conserved without the influence of serious human activity. In addition, the age of those buried SOC can be determined by ^{14}C analysis with high accuracy. The soil samples were collected from a buried soil horizon (six samples collected from the depth between 152 and 182 cm at 5 cm intervals) close to Towada volcano, Japan. From each of the soil sample, SOC were extracted and fractionated by precipitation with controlling pH of the extracted solution (Hiradate *et al.*, 2007), resulting in humin, humic acid, and four fulvic acid fractions (two hydrophilic fulvic acid fractions: FA_1 and FA_2, and two hydrophobic fulvic acid fractions: FA_3, and FA_{IHSS}). The SOC fractions were freeze-dried and analyzed for determining $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values by using isotope ratio mass spectrometer and for ^{14}C dating by using accelerator mass spectrometer. Solid-state ^{13}C CPMAS NMR analysis was also conducted to investigate the structural characteristics and quantify the carbon species of the SOC fractions.

The $\delta^{13}C$ values of humic acid, FA_1, FA_2, FA_3, and FA_{IHSS} fractions were -23.85±0.36, -20.75±0.32, -21.10 ±0.38, -22.81±0.41, and -23.22 ±0.33‰, respectively, while $\delta^{15}N$ values were 3.00±0.37, 8.16±1.73, 9.66±0.54 , 4.73±0.83, and 5.20±0.54‰, respectively. The ^{14}C age of humic acid, FA_1, FA_2, FA_3, and FA_{IHSS} fractions was 6130±300, 5630±240, 5400±200, 5410±230, and 5680±260 cal yBP, respectively. Decomposition and recycling of plant residues during the transformation of SOC result in enrichment of heavier carbon and nitrogen isotopes due to preferential stabilization (Wada *et al.*, 2013). Therefore, the increase of $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values in SOC fractions corresponds to successive transformation of SOC. The slope of the relationship between $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ values was 1.69, and the results were similar to the result of Wada *et al.* (2013), indicating successive transformation of SOC from plant organic matter to hydrophilic fulvic acid fraction. The hydrophilic fulvic acid fraction would be more microbially processed than hydrophobic fulvic acid and humic acid fractions. Because the humic acid fractions were rich in aromatic structure, they would be formed in the early stage of the formation right after C fixation by plants and chemically stabilized in the soil horizon by fire event etc. The hydrophobic fulvic acid horizons, which are less rich in aromatic C but relatively rich in aliphatic C, would be formed by microbial transformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

and stabilized by chemical and physical factor. The hydrophilic fulvic acid fractions, which are rich in *O*-alkyl C, would be microbially metabolized many times and stabilized physically in the soil horizons.

The validity of the chemical fractionation of SOC on the soil dynamics study has been discussed and sometimes regarded as questionable, but at least in our study on a buried volcanic ash soil, the chemical fractionation procedure successfully separated SOC receiving different metabolisms and having different genesis and chemical structural features.

Hiradate, S., Yonezawa, T., Takesako, H., 2007. Soil science and Plant Nutrition 57, 413-419.
Wada, E., Ishii, R., Aita, M.N., Ogawa, N. O., Kohzu, A., Hyodo, F., Yamada, Y., 2013. Ecological Research 28, 173-181.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土壌で普遍的に起こる炭素・窒素安定同位体比および放射性炭素濃度の変動とその規定因子：微生物代謝・鉱物表面反応・団粒化
General pattern of carbon and nitrogen isotopic variation across a wide range of soils and its controlling factors

*和穎 朗太[1]、梶浦 雅子[1]、井上 弦[2]、浅野 眞希[3]、早川 智恵[4]
*Rota Wagai[1], Masako Kajiura[1], Yudzuru Inoue[2], Maki Asano[3], Chie Hayakawa[4]

1. 農研機構 農業環境変動研究センター、2. 長崎総合科学大学、3. 筑波大学 環境生命系、4. 東京大学農学生命科学研究科
1. NARO, Institute for Agro-Environmental Sciences, 2. Nagasaki Institute of Applied Science, 3. University of Tsukuba, 4. University of Tokyo

Organic matter (OM) in soil represents the largest carbon pool on land. The production of CO2 via microbial degradation of soil OM therefore has a strong impact on global C cycle and anticipated global warming. Previous studies have shown that any soil holds multiple OM pools of varying stability against microbial attack. Growing number of studies suggests protective effect of specific mineral phases and mineral matrix. OM, however, interacts with soil minerals in highly complex ways including co-precipitation of organic ligands with multivalent metals at molecular scale and physical aggregation of OM with mineral particles at micron and larger scales.

Here we examined the relationship between the isotopic compositions (C-13, C-14, and N-15) and mineralogical characteristics (surface area and elemental composition, pedogenic metal oxides) among density fractions using a range of surface soils of contrasting mineralogy including volcanic soils rich in short-range-order minerals and much more weathered soils from both agricultural and natural systems. Each soil was separated into 4-7 density fractions after mechanical shaking with sodium polytungstate. From LF to higher-density fractions, We assessed how C aging is related to C13 and N15 enrichment and to what extent these isotopic variations among the fractions were controlled by the mineralogical characteristics.

キーワード：土壌、炭素隔離、有機物・鉱物相互作用、炭素，窒素安定同位体、放射性炭素、鉱物学
Keywords: Soil, Carbon sequestration, organo-mineral interaction, stable carbon and nitrogen isotope, Radiocarbon, mineralogy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本の森林生態系における養分供給源：降水、風化、リターの寄与率
Nutrient sources in some Japanese forest ecosystems: the contribution of precipitation, weathering and litter fall

*稲垣 善之[1]、藤井 一至[1]
*Yoshiyuki Inagaki[1], Kazumichi Fujii[1]

1. 森林総合研究所
1. Forestry and Forest Products Research Institute

カリウムやカルシウムなどの塩基性カチオンは樹木の生育にとって重要な養分物質である。土壌中の塩基性カチオンは、降水または岩石の風化によって土壌に供給される。また、樹木の地上部バイオマスからは、リターフォールや樹冠の洗脱によって土壌に塩基性カチオンが供給される。岩石の風化速度は、降水による供給量、渓流水からの流出量、樹木のバイオマスへの蓄積量（養分吸収量）から算出する。土壌への寄与を明らかにするためには、樹木の養分吸収量について、長期的なバイオマスへの蓄積速度と、毎年の吸収量の２つを明らかにすることが必要である。日本においては、多くの森林で養分収支が明らかにされたが、土壌の養分の3つの給源を比較することができる研究事例は限られている。本研究では、日本の4地域の森林生態系の研究結果を用いて、降水、風化、リターの寄与を明らかにすることを目的とする。調査対象としたのは、大谷山（群馬県）、上賀茂（京都府）、桐生（滋賀県）、鷹取（高知県）の森林流域である。大谷山はスギ人工林、ヒノキ人工林、上賀茂はヒノキ林、常緑広葉樹林、桐生は、ヒノキ人工林、アカマツ林、鷹取はモミ天然林である。カリウム、カルシウム、マグネシウムについて、土壌への供給として、降水、風化、リター、消費として、樹木吸収、土壌からの流出を算出した。カリウム、カルシウム、マグネシウムの風化速度は、0.22～4.37 kmolc ha^{-1} yr^{-1}であり、上賀茂＜桐生＜大谷山＜鷹取の順に大きくなった。カリウムは、風化速度に比べてリターによる土壌への供給が大きく、土壌からの流出は極めて小さかった。カルシウム、マグネシウムは、風化速度が大きい鷹取で、土壌からの流出が大きかった。森林生態系によって母材の風化速度が大きく異なるが、樹木によるリター供給は比較的一定に維持されることが示された。窒素についても同様の計算を行い、風化に該当する部分は、土壌の長期的な蓄積からの供給として評価した。窒素の長期的な蓄積からの供給は、大谷山で36%を占めたが、他の3つの流域では0%であった。大谷山は、窒素飽和状態の森林であると考えられているが、今回の手法により、他の生態系と異なる窒素源に依存することが示唆された。

キーワード：養分循環、風化、植物の吸収、森林生態系
Keywords: nutrient cycling, weathering, plant uptake, forest ecosystems

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 201A 2F

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)、座長:木庭 啓介(京都大学)、山下 洋平、仁科 一哉、藤井 一至

生物地球化学は、生態学や地球化学、陸水学、水文学、土壌学、環境科学など、さまざまな分野の研究者により取り組まれている領域である。これ まで我が国では、これらの活動は分野毎に個別的に行われてきた。本セッションは、生物地球化学分野を包括する場を提供し、 交流を促進させることで、この領域の将来的な発展を期する。大気水圏科学、地球人間圏科学、地球生命科学 などの領域を包含していることから、『領域外・複数領域』として本セッションを開催する。

13:45 ~ 14:00

[MIS13-07] 超高分解能質量分析法を用いた温帯林における林外雨，林内雨および土壌水の溶存有機物の解析

*井手 淳一郎[1]、山瀬 敬太郎[2]、Jeong Seonghun[3]、牧田 直樹[4]、西村 裕志[5]、福島 慶太郎[6]、大槻 恭一[7]、大橋 瑞江[8] (1.九州大学　持続可能な社会のための決断科学センター、2.兵庫県立農林水産技術総合センター　森林林業技術センター、3.九州大学大学院　生物資源環境科学府、4.信州大学　理学部、5.京都大学　生存圏研究所、6.京都大学　生態学研究センター、7.九州大学　農学研究院、8.兵庫県立大学　環境人間学部)

14:00 ~ 14:15

[MIS13-08] 北太平洋中層水による外来性腐植様溶存有機物の輸送

*山下 洋平[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、小川 浩史[3] (1.北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2.北海道大学　低温科学研究所、3.東京大学　大気海洋研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS13-09] アミノ酸鏡像異性体バイオマーカーを用いた琵琶湖における細菌由来溶存有機物の寄与評価

*山口 保彦[1]、由水 千景[2]、陀安 一郎[2]、木庭 啓介[3]、早川 和秀[1] (1.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、2.総合地球環境学研究所、3.京都大学生態学研究センター)

14:30 ~ 14:45

[MIS13-10] 微量安定同位体トレーサーを利用した水圏環境下における酸素消費速度定量

*角皆 潤[1]、柏木 章吾[1]、伊藤 昌稚[1]、中川 書子[1]、鋤柄 千穂[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

14:45 ~ 15:00

[MIS13-11] 大水深淡水湖の有酸素深水層に生息する細菌の生態

*岡崎 友輔[1] (1.産業技術総合研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS13-12] 泥炭湿地におけるアブラヤシプランテーションの排水路における一酸化二窒素排出と発生メカニズム

*仁科 一哉[1]、Melling Lulie[2]、平田 竜一[1]、高橋 善幸[1]、豊田 栄[3]、寺嶋 晃太朗[3]、伊藤 雅之[4] (1.国立環境研究所、2.SARAWAK Tropical Peat Research Institute、3.東京工業大学、4.兵庫県立大学)

超高分解能質量分析法を用いた温帯林における林外雨，林内雨および土壌水の溶存有機物の解析

Ultrahigh-resolution mass spectral analysis of dissolved organic matter in rainfall, throughfall and soil water in temperate forest stands, western Japan

*井手 淳一郎[1]、山瀬 敬太郎[2]、Jeong Seonghun[3]、牧田 直樹[4]、西村 裕志[5]、福島 慶太郎[6]、大槻 恭一[7]、大橋 瑞江[8]
*Junichiro Ide[1], Keitaro Yamase[2], Seonghun Jeong[3], Noki Makita[4], Hiroshi Nishimura[5], Keitaro Fukushima[6], Kyoichi Otsuki[7], Mizue Ohashi[8]

1. 九州大学　持続可能な社会のための決断科学センター、2. 兵庫県立農林水産技術総合センター　森林林業技術センター、3. 九州大学大学院　生物資源環境科学府、4. 信州大学　理学部、5. 京都大学　生存圏研究所、6. 京都大学　生態学研究センター、7. 九州大学　農学研究院、8. 兵庫県立大学　環境人間学部
1. Institute of Decision Science for a Sustainable Society, Kyushu University, 2. Forestry and Forest Products Research Institute, Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, 3. Graduate School of Bioresources and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, 4. Faculty of Science, Shinshu University, 5. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 6. The Center for Ecological Research, Kyoto University, 7. Faculty of Agriculture, Kyushu University, 8. School of Human Science and Environment, University of Hyogo

This study aimed to clarify alternations of the quality of dissolved organic matter (DOM) in rainwater moving through temperate forests. For this, we compared the molecular composition of dissolved organic matter (DOM) between bulk deposition (rainfall), throughfall and soil water in Japanese cypress (*Cryptomeria japonica*) and Japanese stone oak (*Lithocarpus edulis*) stands, which were regarded as coniferous and broad-leaved stands, respectively, during a rain event. Analyses of ultrahigh-resolution Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry revealed that the number of DOM molecular species detected was significantly greater in throughfall and soil water than in rainfall ($p < 0.05$). In contrast, the number of molecular species did not significantly differ between throughfall and soil water ($p > 0.05$). There were no significant differences in the number of molecular species in both throughfall and soil water between coniferous and broad-leaved stands ($p > 0.05$). These results suggest that a diverse array of DOM molecules are provided from the tree canopies and soils to the rainwater in both stands. Approximately 52%–59% of the total molecular species in throughfall samples ($n = 6$) were unique to throughfall. Additionally, approximately a half of the total molecular species in soil water samples ($n = 5$) were unique to soil water. The classification of molecular species into seven biomolecular classes using a van Krevelen diagram revealed that throughfall samples contained many of lipid and protein molecules compared to rainfall and soil water samples, whereas approximately 70% of the total molecular species in soil water were lignin-like molecules. The analysis of multidimensional scaling revealed that molecular species were significantly differentiated between rainfall, throughfall and soil water ($p < 0.05$). These results indicate that there are diverse molecules unique to throughfall and soil water and that the quality of DOM drastically changes in rainwater as it moves through temperate forests.

キーワード：生体分子、炭素動態、林相、フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型質量分析法、分子多様性
Keywords: Biomolecules, Carbon dynamics, Forest type, FT-ICR MS, Molecular diversity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北太平洋中層水による外来性腐植様溶存有機物の輸送
Basin-scale transport of allochthonous humic-like fluorescent dissolved organic matter by the North Pacific Intermediate water

*山下 洋平[1]、西岡 純[2]、小畑 元[3]、小川 浩史[3]
*Youhei Yamashita[1], Jun Nishioka[2], Hajime Obata[3], Hiroshi Ogawa[3]

1. 北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2. 北海道大学　低温科学研究所、3. 東京大学　大気海洋研究所
1. Faculty of Environmental and Earth Science, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The levels of humic-like fluorescent dissolved organic matter (FDOM) in the open ocean generally showed nutrient-type vertical profile. In the surface water, low levels of humic-like FDOM is due to degradation by sunlight. In the dark ocean, linear relationships between levels of humic-like FDOM and apparent oxygen utilization (AOU) have been observed throughout the global ocean, indicating that humic-like FDOM is produced in situ in the ocean interior as organic matter is oxidized by microbes and is resistant to microbial degradation with time scales of thermohaline circulation.

While, it has also been observed that some plots of humic-like FDOM vs AOU in the specific water masses, namely, the North Pacific Intermediate Water (NPIW) and the North Atlantic Deep Water (NADW), seemed to deviate from the general relationship between humic-like FDOM and AOU. The previous studies showed that concentrations of lignin phenols, a unique biomarker of vascular plants, were found to be higher in the NPIW and the NADW compared with other water masses. Thus, the deviations of plots between humic-like FDOM and AOU in the NPIW and the NADW can be considered to be derived from terrestrial (allochthonous) humic-like FDOM.

In this study, we determined a basin-scale distribution of humic-like FDOM from the Sea of Okhotsk to the western subtropical North Pacific. We found the linear relationship between levels of humic-like FDOM and AOU in the deep layer (>1000 m) of the western North Pacific. While, we also found plots in the mesopelagic layer, corresponding to the NPIW, were significantly deviated from the relationship observed in the deep layer. Such distributional pattern implies that allochthonous humic-like FDOM derived from the Sea of Okhotsk is transported widely to the intermediate layer of the North Pacific by the NPIW.

キーワード：北太平洋中層水、溶存有機物、外来性
Keywords: North Pacific Intermediate Water, dissolved organic matter, allochthonous

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アミノ酸鏡像異性体バイオマーカーを用いた琵琶湖における細菌由来溶存有機物の寄与評価

Bacterial contribution to dissolved organic matter in a large monomictic lake (Lake Biwa) indicated by amino acids enantiomers

*山口 保彦[1]、由水 千景[2]、陀安 一郎[2]、木庭 啓介[3]、早川 和秀[1]
*Yasuhiko T. Yamaguchi[1], Chikage Yoshimizu[2], Ichiro Tayasu[2], Keisuke Koba[3], Kazuhide Hayakawa[1]

1. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、2. 総合地球環境学研究所、3. 京都大学生態学研究センター
1. Lake Biwa Environmental Research Institute, 2. Research Institute for Humanity and Nature, 3. Center for Ecological Research, Kyoto University

Dissolved organic matter (DOM) plays crucial roles in the biogeochemical cycles in aquatic environments. A number of past studies have strongly indicated that heterotrophic bacteria represent a major source to the ocean DOM pool, suggesting that microbial processes may underlie the mechanisms for DOM preservation ("microbial carbon pump"). In particular, enantiomeric (D/L) analysis of amino acids (AA) in DOM has been used to characterize sources of DOM, and high abundance of specific D-AA bacterial biomarkers have suggested that bacterially-sourced organic matter may be a key in formation of the ocean’s recalcitrant DOM pool (e.g., McCarthy et al., 1998; Kaiser & Benner, 2008; Yamaguchi & McCarthy, 2018). In contrast to the marine environments, the distribution of D-AA bacterial biomarkers in DOM has been severely understudied in lacustrine environments. To our knowledge, there has been just one report of D-AA concentration in DOM for a freshwater lake water column (Kawasaki et al., 2013: in eutrophic Lake Kasumigaura, Japan).

Our study explores the use of D-AA bacterial biomarkers as an effective approach to estimate bacterial contribution to the DOM pools in lacustrine environments. First, we have developed a new analytical approach using GC-MS for D-AA concentration in the total DOM pool of lake water. This method can detect unusual D-AA molecules (e.g., D-Val, D-Phe, D-Tyr) together with the major four bacterial biomarkers (D-Ala, D-Glu, D-Asp, and D-Ser) which have been analyzed by the conventional HPLC method. Second, we determined vertical and seasonal variations in the D-AA concentrations of DOM in a large monomictic lake (Lake Biwa, Japan). To our knowledge, this study is the first report of D-AA concentrations of DOM in a meso/oligotrophic lake. Finally, we conducted an incubation experiment using natural microbial community in Lake Biwa to estimate the D-AA yields in freshly-produced bacterial DOM in the lake environment, which are essential for the calculation of bacterial contribution to the natural DOM pools.

From the vertical distribution of D-AA concentration during the stratified period (summer and fall), we estimated that a substantial fraction (30-40%) of the recalcitrant pool of dissolved organic carbon (DOC) is bacterial origin. In contrast, the bacterial contribution was less than 20% to the semi-labile DOC pool which accumulates in the lake epilimnion during summer. These results suggest that the "microbial carbon pump" (production of recalcitrant DOM by heterotrophic bacteria) is an important process in the biogeochemical cycles of lakes.

キーワード：溶存有機物、アミノ酸、鏡像異性体、微生物ループ、微生物炭素ポンプ、有機地球化学

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Dissolved Organic Matter, Amino Acids, Enantiomers, Microbial Loop, Microbial Carbon Pump, Organic Geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

微量安定同位体トレーサーを利用した水圏環境下における酸素消費速度定量

High-sensitivity tracer assay for oxygen consumption rate in ocean and lakes using ^{17}O as a tracer

*角皆 潤[1]、柏木 章吾[1]、伊藤 昌稚[1]、中川 書子[1]、鋤柄 千穂[1]
*Urumu Tsunogai[1], Shogo Kashiwagi[1], Masanori Ito[1], Fumiko Nakagawa[1], Chiho Sukigara[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

酸素 (O_2) は強力な酸化力を持ち、地球表層環境を特徴づける重要な物質の一つである。海洋、湖沼、地下水といった水圏環境においては、供給過程 (光合成や大気とのガス交換) と消費過程 (呼吸) の大小によって、O_2 濃度が大きく変動する。O_2が枯渇して貧酸素状態になると、水質の劣化や青潮、生物の大量死等の環境問題を引き起こす。さらに栄養塩などの共存物質の挙動も大きく変わる。従って溶存O_2の消費速度の大小やその規定因子を明らかにすることは、環境科学的にきわめて重要な課題である。

従来、水中の酸素消費速度は、容器内の試料水を一定時間培養し、培養前後のO_2濃度変化を測定することで求める方法（O_2濃度変化法）が最も一般的であった。だが、この手法は感度が低く、貧栄養湖や外洋中深層の酸素消費速度は定量出来ない。またO_2濃度変化法は、遮光して培養する必要がある。つまり表層の有光環境下で採取された試料水の場合、これを遮光しても酸素消費速度は変わらないことを仮定する必要があるため、確度にも問題があった。

そこで、本研究では、酸素の微量安定同位体 (^{17}O) をトレーサーに用いて、酸素消費速度を高感度、高確度かつ簡便に定量出来る新手法を開発した。この新手法では、^{17}Oを濃縮したO_2 ($^{17}O_2$) を密閉容器中の水試料に添加し、一定の培養期間中に進行する呼吸 (酸素消費反応) で増大する$H_2{}^{17}O$量を高精度に定量化することで、酸素消費速度を求める。

はじめに、超純水を用いた新手法のブランク評価を行った。次に遮光環境下で培養した水試料について、従来のO_2濃度変化法との比較実験を通じて確度の検証を行った。その結果、新手法で求めた酸素消費速度は、従来法と誤差内で一致した。

次にこの新手法を用いて、琵琶湖の湖心部（水深約90 m）で5-10 m毎に各層採水を行い、酸素消費速度の鉛直分布を実測した。その結果、一次生産が活発な表層（＝有光層）で速く、深層水中で遅くなることが明らかになった。これは新鮮な有機物量の大小が酸素消費速度を決めていることを示唆する。また、表層（＝有光層）内で採取した試料に光を当てて培養すると、同じ試料を遮光して培養した場合と比べて、酸素消費速度が速くなることが明らかになった。これは従来の暗瓶法で求めた酸素消費速度は、過小見積もりとなっていた可能性を示唆する。さらに、酸素消費速度を定量化することで、貧酸素水塊発生の主要因の区別 (水柱か、それとも堆積物か) や、貧酸素水塊発生までの所要時間の予測出来ることが明らかになった。

キーワード：酸素消費速度、安定同位体、トレーサー、貧酸素水塊、光呼吸
Keywords: oxygen consumption rate, stable isotopes, tracer assay, anoxic water, photorespiration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大水深淡水湖の有酸素深水層に生息する細菌の生態
Ecology of bacterioplankton inhabiting oxygenated hypolimnia of deep freshwater lakes

*岡崎 友輔[1]
*Yusuke Okazaki[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

海洋や湖沼の水中には1 mLあたり10^4–10^7細胞もの浮遊細菌（Bacterioplankton）が存在し、微生物食物網およびそれを介した物質循環における中心的役割を担っている。国内では琵琶湖や支笏湖、海外ではバイカル湖や五大湖に代表される、貧–中栄養の全循環の大水深淡水湖において、深水層（水温躍層以下の水層）は湖体積の大部分を占める有酸素・低水温・無光の水塊であり、深海と同様、比較的難分解の有機物の蓄積と分解、硝化・メタン酸化等の重要な物質循環プロセスの場であると考えられている。しかしながら、その中核を担う有酸素深水層の細菌の多様性や生態に焦点を当てた研究はほとんど無く、その実態に関しては深海よりも知見に乏しい。本発表では、その全貌を明らかにするべく演者がこれまで取り組んできた、大水深淡水湖の有酸素深水層の細菌群集に焦点をあてた研究を紹介する。

水深・面積・水温・栄養度・pH・湖の成因・滞留時間等の条件の異なる様々な湖からデータを得るため、これまでに国内13、海外7の大水深淡水湖において、沖合最深地点で鉛直採水を行った。得られたサンプル中の浮遊細菌の群集組成は、16S rRNA遺伝子アンプリコンシーケンス法およびCatalyzed reporter deposition-fluorescence *in situ* hybridization (CARD-FISH法)によって決定した。その結果、大水深淡水湖の有酸素深水層の細菌群集は、湖沼の表水層で幅広く見られる普遍的な淡水性細菌系統に加え、表水層の細菌とは系統的に大きく（門レベルで）異なる、深水層特異的な細菌系統群によって構成されることが明らかとなった。深水層特異的な細菌系統はいずれも単離株が得られていない未培養系統であったが、その多くは国内外の複数の湖で共通して検出されることから、大水深淡水湖の微生物食物網および物質循環において重要な機能を担うと考えられる。

深水層特異的な細菌系統の中でも特に、Chloroflexi門に属する「CL500-11」系統は現存量が多く、多くの湖で深水層の全細菌の10%以上、琵琶湖を含む一部の湖では20%以上を占めることもある最優占系統である。CARD-FISH法による特異的染色・顕微鏡観察の結果、CL500-11は細胞数が多いだけでなく、細胞サイズも大きい(1–2 μm)ことから、大水深淡水湖の微生物生態系を駆動する量的に最も重要な細菌であることが示唆された。本研究で得たデータと、文献及び塩基配列データベースから収集した情報を総合すると、CL500-11系統は、有酸素深水層を有するほとんどの淡水湖に生息するが、pHが低い湖、水深が比較的浅い湖、滞留時間が極端に短い（1年未満）湖においては、現存量が少ないことが明らかになった。さらにメタゲノム解析や溶存有機炭素の動態に着目した先行研究の情報を加えて総括した結果、CL500-11が利用している有機物は、表層での分解を免れた一次生産物あるいは他の細菌の死細胞に起因し、有酸素深水層に幅広く存在する、準易分解性の窒素リッチな有機物であると推定された。

総じて本研究では、多数の湖を対象とした網羅的調査により、大水深淡水湖の有酸素深水層の微生物食物網・物質循環プロセスが独自の細菌系統群によって駆動していることを明らかにした。今後は、メタゲノム解析や単離培養手法の確立によって、個々の細菌系統の生理・生態を詳細に追究することが課題となる。

キーワード：陸水学、微生物生態学

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Limnology, Microbial Ecology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

泥炭湿地におけるアブラヤシプランテーションの排水路における一酸化二窒素排出と発生メカニズム

Nitrous oxide emission from the drainage and the production processes in oil palm plantation on peatland

*仁科 一哉[1]、Melling Lulie[2]、平田 竜一[1]、高橋 善幸[1]、豊田 栄[3]、寺嶋 晃太朗[3]、伊藤 雅之[4]
*Kazuya Nishina[1], Lulie Melling[2], Ryuichi Hirata[1], Yoshiyuki Takahashi[1], Sakae Toyoda[3], Kotaro Terajima[3], Masayuki Itoh[4]

1. 国立環境研究所、2. SARAWAK Tropical Peat Research Institute、3. 東京工業大学、4. 兵庫県立大学
1. NIES National Institute of Environmental Studies, 2. SARAWAK Tropical Peat Research Institute, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. University of Hyogo

In South-East Asia, oil palm plantation has rapidly expanded in the past few decades even in peatland areas. In the light of nitrogen cycling, this land-use change would result in enrichment on the ecosystem N cycling due to the N fertilization for the maintaining oil palm growth and the wastewater emission from the palm mills in the plantation. Oil palm plantations converted from peat swamp forests require the drainage to keep cultivation and thus has unique hydrological characteristics. In such plantation, drainage water surface dominates up to 5% of plantation area and therefore it is important to evaluate the gas exchange between the drainage water and atmosphere.

In this study, we have conducted spatial sampling for dissolved N_2O concentration (dN_2O) in the oil palm plantation on drained peat soil in July 2018, in Sarawak, Malaysia in order to evaluate the indirect N_2O emission from palm oil plantation. We have intensively sampled the water samples from the drainage in the plantation (ca. 120 km^2) and the water samples from Raja river, which is adjacent to the plantation. 90% of samples (N = 84) in the drainage water showed over-saturation in dissolved N_2O concentration (up to 570%), suggesting that the drainage water in the oil palm plantation acts the source of N_2O to the atmosphere. The emission factor for indirect emission (EFr: i.e., dN_2O/nitrate concentration) showed relatively higher than the default EFr in IPCC. However, there were no clear linear relationships between the water qualities (including nitrate) and dN_2O. We have also analyzed the isotopic composition of dN_2O in both drainage and river samples. This analysis suggested the denitrification contributed dN_2O in the drainage water.

キーワード：一酸化二窒素、オイルパームプランテーション、窒素同位体
Keywords: Nitrous oxide, Oil palm plantation, Nitrogen stable isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)

生物地球化学は、生態学や地球化学、陸水学、水文学、土壌学、環境科学など、さまざまな分野の研究者により取り組まれている領域である。これ まで我が国では、これらの活動は分野毎に個別的に行われてきた。本セッションは、生物地球化学分野を包括する場を提供し、 交流を促進させることで、この領域の将来的な発展を期する。大気水圏科学、地球人間圏科学、地球生命科学 などの領域を包含していることから、『領域外・複数領域』として本セッションを開催する。

[MIS13-P01] 有機物分解指標に関係する生体分子組成変化と生化学的プロセス

*保原 達[1]、小川 浩史[2] (1.酪農学園大学、2.東京大学)

[MIS13-P02] Community and metabolic responses of marine bacteria to the dissolved organic matter derived from phytoplankton

*多田 雄哉[1]、鈴木 光次[2]、山下 洋平[2] (1.国立水俣病総合研究センター、2.北海道大学)

[MIS13-P03] High production of benthic algae promoted by increased available phosphate in the Obitsu River tidal flat

*高貝 柚希[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P04] High Concentration of Phosphate and its Mechanism in "Gomi-kui" and "Gata-do"

*木幡 聡[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P05] 硫酸イオンの溶出フラックスと主成分分析による広島市内太田川派川のヘドロ化の推定

板村 弘貴[1]、*横尾 頼子[1] (1.同志社大学理工学部)

[MIS13-P06] 多層化された陸面過程モデルBEAMSによる土壌内部のエネルギー・水・炭素動態の評価

*小宮山 敬介[1]、佐々井 崇博[1] (1.東北大学大学院理学研究科)

有機物分解指標に関係する生体分子組成変化と生化学的プロセス
Biomolecular composition changes and biochemical processes associated with indicators of organic matter degradation

*保原 達[1]、小川 浩史[2]
*Satoru Hobara[1], Hiroshi Ogawa[2]

1. 酪農学園大学、2. 東京大学
1. Rakuno Gakuen University, 2. The University of Tokyo

地球表層の優占的な炭素の形態は分解の進んだ有機物であり、これらは生物のエネルギーや栄養分の重要な給源となっている。こうした分解の進んだ有機物の生物利用可能性は、その化学組成によって著しく制御される。陸域や海洋環境において行われてきた多くの研究によって、分解過程において、有機物の化学組成の中でも特に生体分子組成に様々な特徴的変化が見られることが明らかとなってきた。しかしながら、そうした生体分子変化の規則性やそれを導く要因については不明な点が多い。また、分解段階を表す有用な指標の特徴の違いも議論が不足している。そこで本研究では、分解の進んだ有機物の生体分子に基づいた解析手法のレビューや比較を行うとともに、より簡便で有用な指標の開発に取り組んだ。その結果、分解有機物中の一部の一般的によく測定されるアミノ酸において、分解段階に従っての一方向的な増減が見られ、それが短期一長期、陸域一海洋を問わず、すなわち時空間の違いによらず生じている可能性が示唆された。アミノ酸の中でも分解において増加するものと減少するものを調べてゆくことにより、これまであまり議論されてこなかった分解の背景において生じている様々な生化学的プロセスが示唆されたので、その結果などについて報告する。

キーワード：分解指標、アミノ酸、陸と海、アミノ糖
Keywords: degradation indicators, Amino acids, land and ocean, Amino sugars

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Community and metabolic responses of marine bacteria to the dissolved organic matter derived from phytoplankton

*多田 雄哉[1]、鈴木 光次[2]、山下 洋平[2]
*Yuya Tada[1], Koji Suzuki[2], Youhei Yamashita[2]

1. 国立水俣病総合研究センター、2. 北海道大学
1. National Institute For Minamata Disease, 2. Hokkaido University

Dissolved organic matter (DOM) representing one of the largest reduced carbon pools in the ocean, are strongly involved in the global biogeochemical processes. It is considered that a large part of labile DOM in the marine environments is derived from the photosynthesis and cell lysis of phytoplankton. Dissolved organic matter derived from phytoplankton (DOMP) can affect the bacterial community composition and metabolisms. However, little is known about the characteristics of DOMP, and the community and metabolic response of marine bacteria to the addition of DOMP. In this study, we analyzed amino acid composition in the DOMP-lysates from two different phytoplankton cultures, the diatom *Thalassiosira oceanica* (CCMP1005) and the haptophyte *Emiliania huxleyi* (CCMP374), and examined the community and metabolism of marine bacteria in response to these DOMP-lysates using metagenomic approaches. Amino acid analyses for the DOMP-lysates from two strains showed distinctive free amino acid (FAA) compositions, but little changes in their hydrolytic amino acid (HAA) fractions. The proportions of arginine, gamma-aminobutyric acid (GABA) and serine to the total FAAs in *E. huxleyi* were relatively higher than those in *T. oceanica*. However, glutamate and ornithine were the dominant FAAs in the DOMP-lysates from *T. oceanica*. As for the HAA, glutamate and alanine were dominant HAAs in both phytoplankton cultures. In addition, we conducted incubation experiments using natural seawater amended with the lysates from both diatom and haptophyte. Analysis of 16S rRNA genes in the metagenomic sequences revealed that community shifts of marine bacteria in response to DOMP-lysate additions. Relative abundance of *Firmicutes* increased in both DOMP treatments. *Bacteroidetes* increased in response to the addition of DOMP derived from the diatom. Metagenomics analysis of functional genes showed that the genes involved in histidine-, sulfur-, lipopolysaccharide-metabolisms, and polyamine biosynthesis increased in both DOMP treatments. In contrast, the relative abundance of genes associated with glycosaminoglycan metabolism and phosphotransferase system decreased. Fluorescent DOM analysis for initial and amended seawater showed that the fluorescence intensity of a protein-like matter from *E. huxleyi* decreased during incubation. These data suggest that the DOMP-lysates derived from phytoplankton can be a primary factor to change the community composition and metabolisms of marine bacteria, and may change the DOM characteristics in the marine environments.

キーワード：海洋細菌、植物プランクトン、溶存態有機物、アミノ酸、メタゲノム
Keywords: Marine bacteria, phytoplankton, Dissolved organic matter, Amino acids, Metagenome

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High production of benthic algae promoted by increased available phosphate in the Obitsu River tidal flat

*高貝 柚希[1]、楊 宗興[1]
*Yuzuki Takagai[1], Muneoki Yoh[1]

1. 国立大学法人東京農工大学
1. Tokyo University of Agriculture and Technology

Tidal flats are an environment of high biological productivity, with many benthic organisms such as crabs and bivalves. Major primary producers in tidal ecosystems are regarded as benthic algae inhabiting on the sediment surface. So far, such a eutrophic property has been attributed to organic matter and nutrients derived from the upper stream. Here, we raise a hypothesis that photosynthesis of benthic algae is promoted by available phosphate (PO_4^{3-}) that is increased abiotically in tidal flats, which can support higher trophic level organisms. Phosphate bound to iron oxides is expected to be released accompanied with iron reduction under reductive environment, which is easily formed in sediments of tidal flats. In this study, we aimed to quantitatively show the production of benthic algae promoted by the available phosphate.

A monthly survey was conducted from June to December 2018 (except August) in a small creek beside the Obitsu River estuary in Kisarazu City, Chiba Prefecture. At two station of a downstream site (St.1) and an upper stream site (St.2) of the blind tubular creek, photosynthesis was measured by in situ light and dark chambers, and water analysis of pore water and properties of surface sediments were also determined. Phosphate concentration was measured by the molybdenum blue method, and the ammonium concentration by the indophenol blue method. The flux of phosphate and ammonium from sediments was measured from the concentration change in the chamber with time. Chl a, particle size composition and organic matter contents were measured for surface sediments.

Positive phosphate flux from the sediment surface was detected. At an upper stream site of a small creek, the dissolved oxygen flux was positive in the light condition and negative in the dark condition, showing the photosynthesis of benthic algae. The maximum photosynthesis rate (185 mg $O_2 m^{-2} h^{-1}$) was higher than previous reports. On the other hand, at a lower stream site, the dissolved oxygen flux was often negative not only under dark condition but under light condition. This fact implies that, despite high Chl a concentration and sufficient light onto the sediment surface, oxygen consumption due to organic decomposition surpassed photosynthesis. Organic contents were St.1>St.2. The particle size was smaller at St.1. The average N/P ratio of the pore water was 14 in St.2, whereas 4.8 at St.1, being much lower than the Redfield ratio. This remarkable low N/P ratio suggests the occurrence of abiotic phosphate production within the sediment at this site.

Results show that available phosphate is produced to promote the active primary production of benthic algae in this tidal creek. On the other hand, this creek showed a remarkable spatial difference in organic matter contents and N/P ratio.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High Concentration of Phosphate and its Mechanism in "Gomi-kui" and "Gata-do"

*木幡 聡[1]、楊 宗興[1]
*KOWATA Satoshi[1], Muneoki Yoh[1]

1. 国立大学法人東京農工大学
1. Tokyo University of Agriculture and Technology

[Introduction]
River and creeks (waterways) network is developed in Saga plain, which has water and water storage functions. Silt from the upper stream and suspension clay carried by tidal effect are accumulated in creeks and rivers. Mud sediment in creeks has been used as a fertilizer until the spread of chemical fertilizer (Kato 1997). This work is called "Gomi-kui". On the other hand, the mud sediment deposited in the flow passage of the river tidal area such as the Rokkaku River is called "Gata-do". This has been considered to be a nutrient supply source to the Ariake Sea by solutes of nutrient (Mishima 2017). The present study hypothesized "Gomi-kui" and "Gata-do" is abundant in nutrients through a phosphate release by reduction of iron oxide in reductive sediments. We investigated to clarify this hypothesis.
[Results and Discussion]
Concentration of PO_4^{3-} in pore water of “Gata-do” increased along the flowing-down the river. The highest concentration of 73.5 μmol L^{-1} was observed at the point of 5.5 km from the river mouth (Fig. 1). This increase in PO_4^{3-} concentration was associated with the increase in clay content and the decrease in DO (Fig. 2). That is, the development of reductional environment apparently influenced the increase of PO_4^{3-} concentration. From the upstream to the 19.6 km point, the concentration of Fe^{2+} and S^{2-} in the pore water also increased. From the downstream side of 19.6 km point, however, Fe^{2+} and S^{2-} concentration decreased, while the PO_4^{3-} concentration continued to increase. A positive correlation was found between the increase in EC and the increase in PO_4^{3-} concentration ($p < 0.05$). It is likely from this result that the formation of iron sulfide (FeS) is involved in increasing the concentration of PO_4^{3-}. In the reductive sediment, PO_4^{3-} would be released in association with Fe reduction. In addition, as an effect of seawater intrusion, the reduction of SO_4^{2-} would produce abundant S^{2-} to remove Fe^{2+} as FeS. PO_4^{3-} would remain in dissolved state without being affected by Fe^{2+} (Hartzell and Jordan 2012). This mechanism is expected to contribute to high PO_4^{3-} concentration.
Similar results were observed for “Gomi-kui” mud: high PO_4^{3-} concentration, tendency of increase and decrease in Fe^{2+} and S^{2-} concentration, decrease in DO, and increase in clay content. Results suggest that phosphate concentration is remarkably incresed due to the mechanism associated with Fe reduction in “Gomi-kui” and “Gata-do”. Phosphate released from lowlying areas could be a source to coastal areas.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

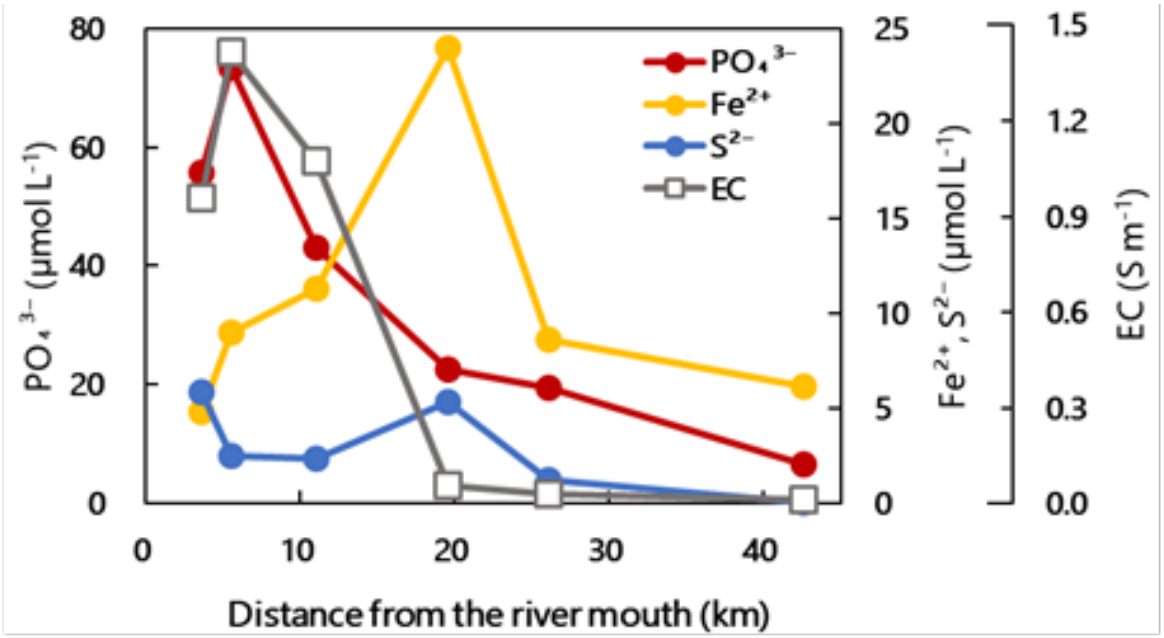


Fig.1 PO_4^{3-}, Fe^{2+}, S^{2-} concentration in pore water and EC in surface water along the flowing-down the Rokkaku

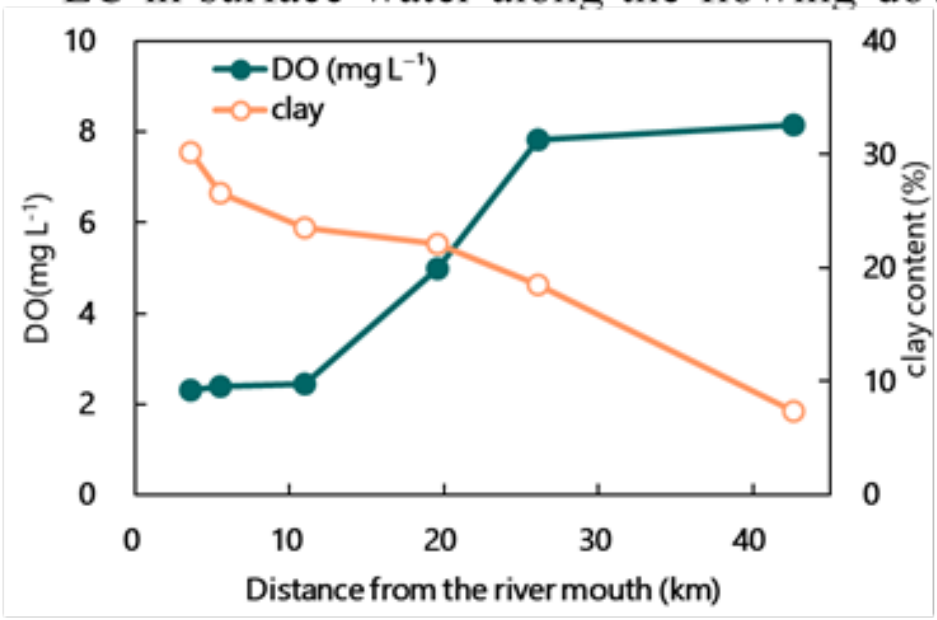


Fig.2 EC, DO in surface water and clay content of sedeiment along the flowing-down the Rokkaku River

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

硫酸イオンの溶出フラックスと主成分分析による広島市内太田川派川のヘドロ化の推定

Estimation of the formation and reduction of organic mud in tidal river using sulfate ionic flux and principal component analysis

板村 弘貴[1]、*横尾 頼子[1]
Hiroki Itamura[1], *Yoriko Yokoo[1]

1. 同志社大学理工学部
1. Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

感潮河川である太田川派川において，河川水と間隙水中の元素濃度を測定し，河川水中の環境因子について複数の測定データを総合的に解釈できる主成分分析を用いて，ヘドロ化が起きている地点の推定を試みた．

調査地は太田川水系のうちの4河川（元安川，本川，天満川，太田川放水路）における13地点である．2018年8月30日，31日に各地点で広島湾の潮位が高い時と低い時の2回河川水と河床堆積物を採取した．堆積物は生試料の密度と乾燥後の重量を測定した．河川水と間隙水はpHを測定し，孔径0.2μmメンブレンフィルターで過し，イオンクロマトグラフィーとICP質量分析計を用いて主要イオン，FeおよびMnの濃度を測定した．

間隙水-河川水における主要陽イオンとSO_4^{2-}の溶出フラックスJ_{SO4}を計算したところ，全地点において，J_{Ca}とJ_{SO4}は正の相関を示した．J_{SO4}が負の値を示す地点においてJ_{SO4}とJ_{Ca}はより強い正の相関を示した．堆積物中でSO_4^{2-}の還元が起きることによって，間隙水中のSO_4^{2-}が減少しフラックスが負になったと考えられる．したがって，これらの地点ではヘドロ化が起きている可能性がある．河川水と堆積物の間において，ヘドロ化，つまりH_2Sの発生のもととなるSO_4^{2-}の挙動は，海水に多く含まれるNa^+，K^+，Ca^{2+}およびMg^{2+}のうちCa^{2+}の挙動と似ていると考えられる．

J_{SO4}が負である地点について，Ca^{2+}の溶出フラックスJ_{Ca}，J_{SO4}，含水比w，空隙率φ，塩分，間隙水のpH，間隙水中のMnおよびFe濃度の8変数を用いて主成分分析を行った．主成分分析によって得られた8つの主成分のうち解釈すべき主成分は分散より第2主成分までと判断した．主成分負荷量について，第1主成分はFe，J_{Ca}，J_{SO4}，φおよびMnが正，第2主成分はw，pH，J_{SO4}，およびJ_{Ca}が正であった．したがって，第1主成分は酸化還元状態の指標，第2主成分はヘドロ化の進行の指標であると解釈できる．主成分得点の結果から，第1主成分が負，第2主成分が正である領域では堆積物中の還元はSO_4^{2-}からFeSの生成よりもさらにSO_4^{2-}からH_2Sの発生まで起きていると考えられ，ヘドロ化が推定される．

キーワード：感潮河川、溶出フラックス、主成分分析、有機泥
Keywords: tidal river, sulfate flux, principal component analysis, organic mud

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多層化された陸面過程モデルBEAMSによる土壌内部のエネルギー・水・炭素動態の評価

Evaluating the relationship among energy, water and carbon in soil by using multi-layered land surface model, BEAMS

*小宮山 敬介[1]、佐々井 崇博[1]
*Keisuke Komiyama[1], Takahiro Sasai[1]

1. 東北大学大学院理学研究科
1. Tohoku University Graduate School of Science

気候変動に伴い土壌から大気への炭素放出量は増加する可能性が指摘されている。温暖化に対する土壌炭素動態の応答が注目されているが、土壌内部の構成プロセスは複雑であるために科学的理解が十分ではなく、モデル高度化が不可欠とされる。特に、土壌内部の素過程の再現性が課題であり、定性的・定量的な理解を進めることが必要である。土壌内部の炭素動態をコントロールする主な項目として、地温、土壌水分量、土壌凍結量がある。これまで、詳細な水文モデルと炭素モデルを密にリンクさせて、これらの項目が地下の炭素にどう応答するかを調べた研究はなかった。そこで、本研究では、既存の陸域生態系モデルBiosphere model integrating Eco-physiological And Mechanistic approaches using Satellite data (BEAMS) (Sasai et al., 2016)に詳細な水文モデルを統合し、新たな陸面過程モデルへ発展させて土壌炭素分解速度を解析した。

1982年から2011年の期間、全球1°グリッドでモデル実験を実施した。その結果、全球平均の土壌炭素分解速度はモデル実験期間を通じて増加傾向を示した。土壌の感度実験では、増加傾向の16%が主要３項目によって引き起こされていることがわかった。土壌の深さ（上層（0.00m~0.05m）、中層（0.05m~0.30m）、下層（0.30m~1.00m））に対する感度実験では、上層、中層、下層がそれぞれ8.1%、5.7%、2.2%の土壌分解速度を増加傾向に導くことがわかった。全球平均で下層の効果は上層や中層の効果と比べ小さく、地下の土壌炭素は、表層の土壌炭素に比べて熱・水環境の変化の影響が小さいことを表した。しかし、空間分布をみると、北半球の寒冷地域やアフリカ南部の草原など、地域的には下層の効果が大きな領域があった。下層の湿潤化や土壌凍結量の減少により深い層の土壌炭素が大気へ放出されており、これらの領域では、深い層において気候変動に対する土壌炭素の役割が重要だと考えられる。

キーワード：陸域炭素循環、陸面過程モデル、土壌炭素動態
Keywords: terrestrial carbon cycle, land surface model, soil carbon dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[M-IS13] 生物地球化学

コンビーナ:木庭 啓介(京都大学生態学研究センター)、柴田 英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)、大河内 直彦(海洋研究開発機構)、山下 洋平(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)

生物地球化学は、生態学や地球化学、陸水学、水文学、土壌学、環境科学など、さまざまな分野の研究者により取り組まれている領域である。これ まで我が国では、これらの活動は分野毎に個別的に行われてきた。本セッションは、生物地球化学分野を包括する場を提供し、 交流を促進させることで、この領域の将来的な発展を期する。大気水圏科学、地球人間圏科学、地球生命科学 などの領域を包含していることから、『領域外・複数領域』として本セッションを開催する。

[MIS13-P01] 有機物分解指標に関係する生体分子組成変化と生化学的プロセス

*保原 達[1]、小川 浩史[2] (1.酪農学園大学、2.東京大学)

[MIS13-P02] Community and metabolic responses of marine bacteria to the dissolved organic matter derived from phytoplankton

*多田 雄哉[1]、鈴木 光次[2]、山下 洋平[2] (1.国立水俣病総合研究センター、2.北海道大学)

[MIS13-P03] High production of benthic algae promoted by increased available phosphate in the Obitsu River tidal flat

*高貝 柚希[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P04] High Concentration of Phosphate and its Mechanism in "Gomi-kui" and "Gata-do"

*木幡 聡[1]、楊 宗興[1] (1.国立大学法人東京農工大学)

[MIS13-P05] 硫酸イオンの溶出フラックスと主成分分析による広島市内太田川派川のヘドロ化の推定

板村 弘貴[1]、*横尾 頼子[1] (1.同志社大学理工学部)

[MIS13-P06] 多層化された陸面過程モデルBEAMSによる土壌内部のエネルギー・水・炭素動態の評価

*小宮山 敬介[1]、佐々井 崇博[1] (1.東北大学大学院理学研究科)

有機物分解指標に関係する生体分子組成変化と生化学的プロセス
Biomolecular composition changes and biochemical processes associated with indicators of organic matter degradation

*保原 達[1]、小川 浩史[2]
*Satoru Hobara[1], Hiroshi Ogawa[2]

1. 酪農学園大学、2. 東京大学
1. Rakuno Gakuen University, 2. The University of Tokyo

地球表層の優占的な炭素の形態は分解の進んだ有機物であり、これらは生物のエネルギーや栄養分の重要な給源となっている。こうした分解の進んだ有機物の生物利用可能性は、その化学組成によって著しく制御される。陸域や海洋環境において行われてきた多くの研究によって、分解過程において、有機物の化学組成の中でも特に生体分子組成に様々な特徴的変化が見られることが明らかとなってきた。しかしながら、そうした生体分子変化の規則性やそれを導く要因については不明な点が多い。また、分解段階を表す有用な指標の特徴の違いも議論が不足している。そこで本研究では、分解の進んだ有機物の生体分子に基づいた解析手法のレビューや比較を行うとともに、より簡便で有用な指標の開発に取り組んだ。その結果、分解有機物中の一部の一般的によく測定されるアミノ酸において、分解段階に従っての一方向的な増減が見られ、それが短期一長期、陸域一海洋を問わず、すなわち時空間の違いによらず生じている可能性が示唆された。アミノ酸の中でも分解において増加するものと減少するものを調べてゆくことにより、これまであまり議論されてこなかった分解の背景において生じている様々な生化学的プロセスが示唆されたので、その結果などについて報告する。

キーワード：分解指標、アミノ酸、陸と海、アミノ糖
Keywords: degradation indicators, Amino acids, land and ocean, Amino sugars

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Community and metabolic responses of marine bacteria to the dissolved organic matter derived from phytoplankton

*多田 雄哉[1]、鈴木 光次[2]、山下 洋平[2]
*Yuya Tada[1], Koji Suzuki[2], Youhei Yamashita[2]

1. 国立水俣病総合研究センター、2. 北海道大学
1. National Institute For Minamata Disease, 2. Hokkaido University

Dissolved organic matter (DOM) representing one of the largest reduced carbon pools in the ocean, are strongly involved in the global biogeochemical processes. It is considered that a large part of labile DOM in the marine environments is derived from the photosynthesis and cell lysis of phytoplankton. Dissolved organic matter derived from phytoplankton (DOMP) can affect the bacterial community composition and metabolisms. However, little is known about the characteristics of DOMP, and the community and metabolic response of marine bacteria to the addition of DOMP. In this study, we analyzed amino acid composition in the DOMP-lysates from two different phytoplankton cultures, the diatom *Thalassiosira oceanica* (CCMP1005) and the haptophyte *Emiliania huxleyi* (CCMP374), and examined the community and metabolism of marine bacteria in response to these DOMP-lysates using metagenomic approaches. Amino acid analyses for the DOMP-lysates from two strains showed distinctive free amino acid (FAA) compositions, but little changes in their hydrolytic amino acid (HAA) fractions. The proportions of arginine, gamma-aminobutyric acid (GABA) and serine to the total FAAs in *E. huxleyi* were relatively higher than those in *T. oceanica*. However, glutamate and ornithine were the dominant FAAs in the DOMP-lysates from *T. oceanica*. As for the HAA, glutamate and alanine were dominant HAAs in both phytoplankton cultures. In addition, we conducted incubation experiments using natural seawater amended with the lysates from both diatom and haptophyte. Analysis of 16S rRNA genes in the metagenomic sequences revealed that community shifts of marine bacteria in response to DOMP-lysate additions. Relative abundance of *Firmicutes* increased in both DOMP treatments. *Bacteroidetes* increased in response to the addition of DOMP derived from the diatom. Metagenomics analysis of functional genes showed that the genes involved in histidine-, sulfur-, lipopolysaccharide-metabolisms, and polyamine biosynthesis increased in both DOMP treatments. In contrast, the relative abundance of genes associated with glycosaminoglycan metabolism and phosphotransferase system decreased. Fluorescent DOM analysis for initial and amended seawater showed that the fluorescence intensity of a protein-like matter from *E. huxleyi* decreased during incubation. These data suggest that the DOMP-lysates derived from phytoplankton can be a primary factor to change the community composition and metabolisms of marine bacteria, and may change the DOM characteristics in the marine environments.

キーワード：海洋細菌、植物プランクトン、溶存態有機物、アミノ酸、メタゲノム
Keywords: Marine bacteria, phytoplankton, Dissolved organic matter, Amino acids, Metagenome

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High production of benthic algae promoted by increased available phosphate in the Obitsu River tidal flat

*高貝 柚希[1]、楊 宗興[1]
*Yuzuki Takagai[1], Muneoki Yoh[1]

1. 国立大学法人東京農工大学
1. Tokyo University of Agriculture and Technology

Tidal flats are an environment of high biological productivity, with many benthic organisms such as crabs and bivalves. Major primary producers in tidal ecosystems are regarded as benthic algae inhabiting on the sediment surface. So far, such a eutrophic property has been attributed to organic matter and nutrients derived from the upper stream. Here, we raise a hypothesis that photosynthesis of benthic algae is promoted by available phosphate (PO_4^{3-}) that is increased abiotically in tidal flats, which can support higher trophic level organisms. Phosphate bound to iron oxides is expected to be released accompanied with iron reduction under reductive environment, which is easily formed in sediments of tidal flats. In this study, we aimed to quantitatively show the production of benthic algae promoted by the available phosphate.

A monthly survey was conducted from June to December 2018 (except August) in a small creek beside the Obitsu River estuary in Kisarazu City, Chiba Prefecture. At two station of a downstream site (St.1) and an upper stream site (St.2) of the blind tubular creek, photosynthesis was measured by in situ light and dark chambers, and water analysis of pore water and properties of surface sediments were also determined. Phosphate concentration was measured by the molybdenum blue method, and the ammonium concentration by the indophenol blue method. The flux of phosphate and ammonium from sediments was measured from the concentration change in the chamber with time. Chl a, particle size composition and organic matter contents were measured for surface sediments.

Positive phosphate flux from the sediment surface was detected. At an upper stream site of a small creek, the dissolved oxygen flux was positive in the light condition and negative in the dark condition, showing the photosynthesis of benthic algae. The maximum photosynthesis rate (185 mg $O_2 m^{-2} h^{-1}$) was higher than previous reports. On the other hand, at a lower stream site, the dissolved oxygen flux was often negative not only under dark condition but under light condition. This fact implies that, despite high Chl a concentration and sufficient light onto the sediment surface, oxygen consumption due to organic decomposition surpassed photosynthesis. Organic contents were St.1>St.2. The particle size was smaller at St.1. The average N/P ratio of the pore water was 14 in St.2, whereas 4.8 at St.1, being much lower than the Redfield ratio. This remarkable low N/P ratio suggests the occurrence of abiotic phosphate production within the sediment at this site.

Results show that available phosphate is produced to promote the active primary production of benthic algae in this tidal creek. On the other hand, this creek showed a remarkable spatial difference in organic matter contents and N/P ratio.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High Concentration of Phosphate and its Mechanism in "Gomi-kui" and "Gata-do"

*木幡 聡[1]、楊 宗興[1]
*KOWATA Satoshi[1], Muneoki Yoh[1]

1. 国立大学法人東京農工大学
1. Tokyo University of Agriculture and Technology

[Introduction]
River and creeks (waterways) network is developed in Saga plain, which has water and water storage functions. Silt from the upper stream and suspension clay carried by tidal effect are accumulated in creeks and rivers. Mud sediment in creeks has been used as a fertilizer until the spread of chemical fertilizer (Kato 1997). This work is called "Gomi-kui". On the other hand, the mud sediment deposited in the flow passage of the river tidal area such as the Rokkaku River is called "Gata-do". This has been considered to be a nutrient supply source to the Ariake Sea by solutes of nutrient (Mishima 2017). The present study hypothesized "Gomi-kui" and "Gata-do" is abundant in nutrients through a phosphate release by reduction of iron oxide in reductive sediments. We investigated to clarify this hypothesis.
[Results and Discussion]
Concentration of PO_4^{3-} in pore water of “Gata-do” increased along the flowing-down the river. The highest concentration of 73.5 μmol L^{-1} was observed at the point of 5.5 km from the river mouth (Fig. 1). This increase in PO_4^{3-} concentration was associated with the increase in clay content and the decrease in DO (Fig. 2). That is, the development of reductional environment apparently influenced the increase of PO_4^{3-} concentration. From the upstream to the 19.6 km point, the concentration of Fe^{2+} and S^{2-} in the pore water also increased. From the downstream side of 19.6 km point, however, Fe^{2+} and S^{2-} concentration decreased, while the PO_4^{3-} concentration continued to increase. A positive correlation was found between the increase in EC and the increase in PO_4^{3-} concentration ($p < 0.05$). It is likely from this result that the formation of iron sulfide (FeS) is involved in increasing the concentration of PO_4^{3-}. In the reductive sediment, PO_4^{3-} would be released in association with Fe reduction. In addition, as an effect of seawater intrusion, the reduction of SO_4^{2-} would produce abundant S^{2-} to remove Fe^{2+} as FeS. PO_4^{3-} would remain in dissolved state without being affected by Fe^{2+} (Hartzell and Jordan 2012). This mechanism is expected to contribute to high PO_4^{3-} concentration.
Similar results were observed for “Gomi-kui” mud: high PO_4^{3-} concentration, tendency of increase and decrease in Fe^{2+} and S^{2-} concentration, decrease in DO, and increase in clay content. Results suggest that phosphate concentration is remarkably incresed due to the mechanism associated with Fe reduction in “Gomi-kui” and “Gata-do”. Phosphate released from lowlying areas could be a source to coastal areas.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

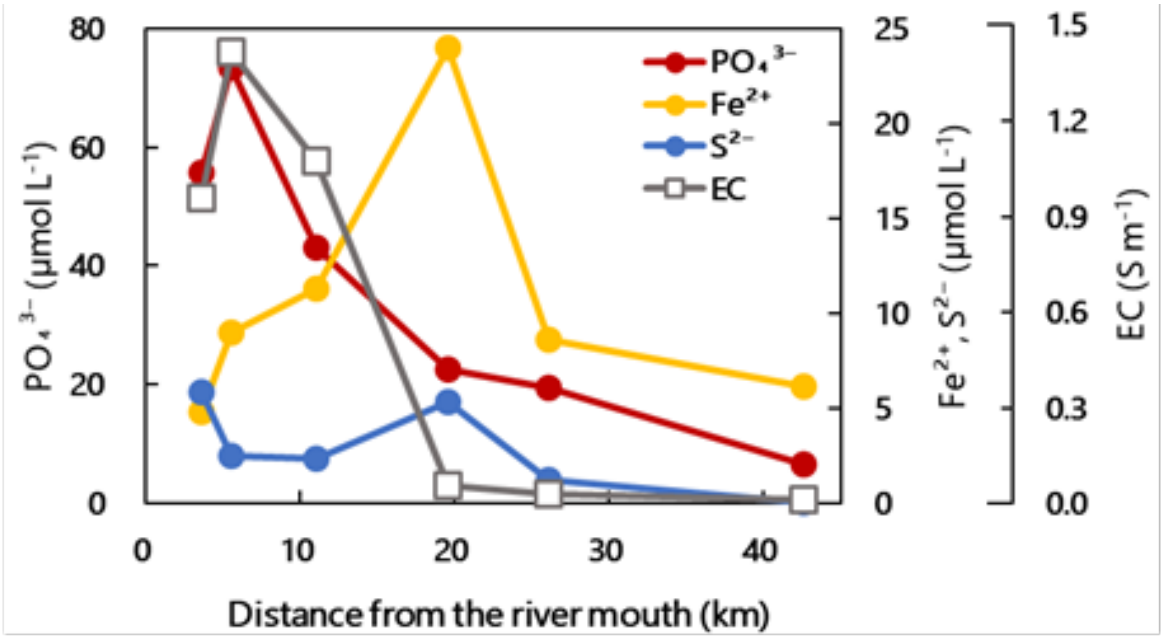


Fig.1 PO_4^{3-}, Fe^{2+}, S^{2-} concentration in pore water and EC in surface water along the flowing-down the Rokkaku

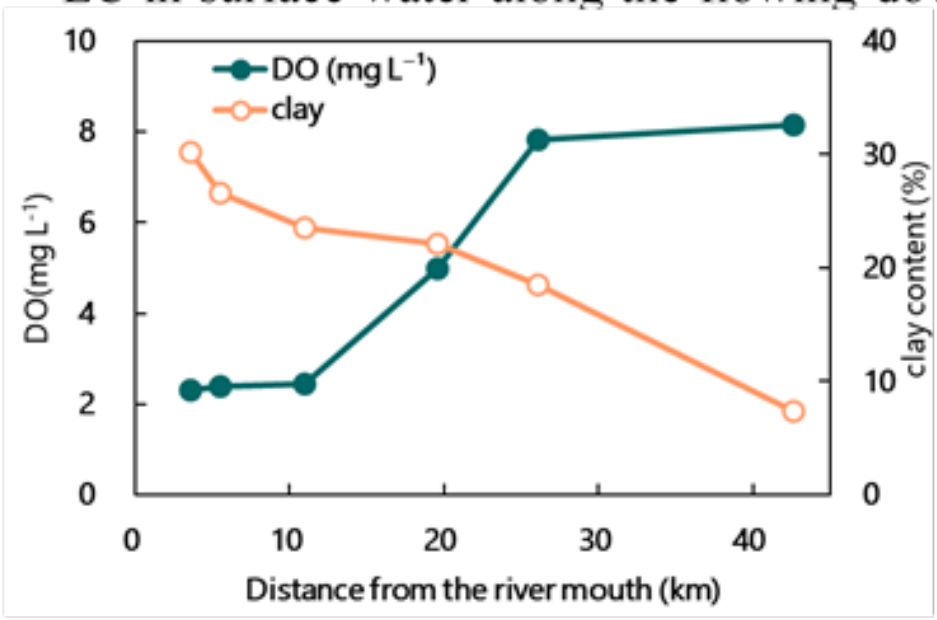


Fig.2 EC, DO in surface water and clay content of sedeiment along the flowing-down the Rokkaku River

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

硫酸イオンの溶出フラックスと主成分分析による広島市内太田川派川のヘドロ化の推定

Estimation of the formation and reduction of organic mud in tidal river using sulfate ionic flux and principal component analysis

板村 弘貴[1]、*横尾 頼子[1]
Hiroki Itamura[1], *Yoriko Yokoo[1]

1. 同志社大学理工学部
1. Faculty of Science and Engineering, Doshisha University

感潮河川である太田川派川において，河川水と間隙水中の元素濃度を測定し，河川水中の環境因子について複数の測定データを総合的に解釈できる主成分分析を用いて，ヘドロ化が起きている地点の推定を試みた．

調査地は太田川水系のうちの4河川（元安川，本川，天満川，太田川放水路）における13地点である．2018年8月30日，31日に各地点で広島湾の潮位が高い時と低い時の2回河川水と河床堆積物を採取した．堆積物は生試料の密度と乾燥後の重量を測定した．河川水と間隙水はpHを測定し，孔径0.2μmメンブレンフィルターで過し，イオンクロマトグラフィーとICP質量分析計を用いて主要イオン，FeおよびMnの濃度を測定した．

間隙水-河川水における主要陽イオンとSO_4^{2-}の溶出フラックスJ_{SO4}を計算したところ，全地点において，J_{Ca}とJ_{SO4}は正の相関を示した．J_{SO4}が負の値を示す地点においてJ_{SO4}とJ_{Ca}はより強い正の相関を示した．堆積物中でSO_4^{2-}の還元が起きることによって，間隙水中のSO_4^{2-}が減少しフラックスが負になったと考えられる．したがって，これらの地点ではヘドロ化が起きている可能性がある．河川水と堆積物の間において，ヘドロ化，つまりH_2Sの発生のもととなるSO_4^{2-}の挙動は，海水に多く含まれるNa^+，K^+，Ca^{2+}およびMg^{2+}のうちCa^{2+}の挙動と似ていると考えられる．

J_{SO4}が負である地点について，Ca^{2+}の溶出フラックスJ_{Ca}，J_{SO4}，含水比w，空隙率φ，塩分，間隙水のpH，間隙水中のMnおよびFe濃度の8変数を用いて主成分分析を行った．主成分分析によって得られた8つの主成分のうち解釈すべき主成分は分散より第2主成分までと判断した．主成分負荷量について，第1主成分はFe，J_{Ca}，J_{SO4}，φおよびMnが正，第2主成分はw，pH，J_{SO4}，およびJ_{Ca}が正であった．したがって，第1主成分は酸化還元状態の指標，第2主成分はヘドロ化の進行の指標であると解釈できる．主成分得点の結果から，第1主成分が負，第2主成分が正である領域では堆積物中の還元はSO_4^{2-}からFeSの生成よりもさらにSO_4^{2-}からH_2Sの発生まで起きていると考えられ，ヘドロ化が推定される．

キーワード：感潮河川、溶出フラックス、主成分分析、有機泥
Keywords: tidal river, sulfate flux, principal component analysis, organic mud

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多層化された陸面過程モデルBEAMSによる土壌内部のエネルギー・水・炭素動態の評価

Evaluating the relationship among energy, water and carbon in soil by using multi-layered land surface model, BEAMS

*小宮山 敬介[1]、佐々井 崇博[1]
*Keisuke Komiyama[1], Takahiro Sasai[1]

1. 東北大学大学院理学研究科
1. Tohoku University Graduate School of Science

気候変動に伴い土壌から大気への炭素放出量は増加する可能性が指摘されている。温暖化に対する土壌炭素動態の応答が注目されているが、土壌内部の構成プロセスは複雑であるために科学的理解が十分ではなく、モデル高度化が不可欠とされる。特に、土壌内部の素過程の再現性が課題であり、定性的・定量的な理解を進めることが必要である。土壌内部の炭素動態をコントロールする主な項目として、地温、土壌水分量、土壌凍結量がある。これまで、詳細な水文モデルと炭素モデルを密にリンクさせて、これらの項目が地下の炭素にどう応答するかを調べた研究はなかった。そこで、本研究では、既存の陸域生態系モデルBiosphere model integrating Eco-physiological And Mechanistic approaches using Satellite data (BEAMS) (Sasai et al., 2016)に詳細な水文モデルを統合し、新たな陸面過程モデルへ発展させて土壌炭素分解速度を解析した。

1982年から2011年の期間、全球1°グリッドでモデル実験を実施した。その結果、全球平均の土壌炭素分解速度はモデル実験期間を通じて増加傾向を示した。土壌の感度実験では、増加傾向の16%が主要３項目によって引き起こされていることがわかった。土壌の深さ（上層（0.00m~0.05m）、中層（0.05m~0.30m）、下層（0.30m~1.00m））に対する感度実験では、上層、中層、下層がそれぞれ8.1%、5.7%、2.2%の土壌分解速度を増加傾向に導くことがわかった。全球平均で下層の効果は上層や中層の効果と比べ小さく、地下の土壌炭素は、表層の土壌炭素に比べて熱・水環境の変化の影響が小さいことを表した。しかし、空間分布をみると、北半球の寒冷地域やアフリカ南部の草原など、地域的には下層の効果が大きな領域があった。下層の湿潤化や土壌凍結量の減少により深い層の土壌炭素が大気へ放出されており、これらの領域では、深い層において気候変動に対する土壌炭素の役割が重要だと考えられる。

キーワード：陸域炭素循環、陸面過程モデル、土壌炭素動態
Keywords: terrestrial carbon cycle, land surface model, soil carbon dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールB 2F

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)、座長:加藤 悠爾(高知大学)

熱・水・物質の巨大リザーバである南大洋と南極氷床は、長期の全球気候変動の中心的役割を果たしている可能性がある。この「南大洋・南極氷床システム」を構成するサブシステムとしては，氷床と海の相互作用の場である棚氷、そこから流出する氷山、大きな季節変動をする海氷、海洋熱塩循環を駆動する南極底層水，活発な生物生産，そして3大大洋を連結する南極周極流などがあり、これらのサブシステムは相互に連動しながら地球規模の環境変動に重大な影響を与えていると考えられている。本セッションは、地球規模の環境変動を正確に理解するために必要不可欠である過去から現在に至る南極氷床変動、南大洋海洋循環、南大洋生態系変動に焦点を絞り、各サブシステムの挙動や相互作用に関する様々な分野の最新の観測やシミュレーション結果、新たな研究観測の提案等を総括的に議論し、“南極氷床”と”南大洋”に関わる分野融合研究を推進する場とする。

9:00 ~ 9:25

[MIS14-01] Mass loss of the Antarctic ice sheet under the influence of ice-ocean interaction

★Invited Papers

*杉山 慎[1] (1.北海道大学低温科学研究所)

9:25 ~ 9:40

[MIS14-02] 南極ドームふじ氷床コアによる約40万年前の間氷期における年代制約と気候復元

*川村 賢二[1,2,3]、大藪 幾美[1]、青木 周司[4]、中澤 高清[4]、阿部 彩子[5,3]、齋藤 冬樹[3] (1.情報・システム研究機構 国立極地研究所、2.総研大、3.海洋研究開発機構、4.東北大学、5.東京大学)

9:40 ~ 9:55

[MIS14-03] 過去７２万年間の気候変動情報を含むアイスコアの物理と層位および「最古の氷」の研究

*藤田 秀二[1,2]、平林 幹啓[1]、飯塚 芳徳[3]、大野 浩[4] (1.大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学（SOKENDAI）極域科学専攻、3.北海道大学低温科学研究所、4.北見工業大学)

9:55 ~ 10:15

[MIS14-04] **氷期間氷期を通じた南極前線変動の追跡**

★招待講演

*松井 浩紀[1]、加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[3]、池原 実[1] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.日本学術振興会特別研究員PD、3.名古屋大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS14-05] **南大洋インド洋区における海洋地球科学総合観測：白鳳丸KH-19-1次航海成果速報**

*池原 実[1]、大島 慶一郎[2]、板木 拓也[3]、佐藤 暢[4]、藤井 昌和[5]、川合 美千代[6]、松井 浩紀[1]、池上 隆仁[7]、白鳳丸KH-19-1乗船研究者一同 . (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.産業技術総合研究所、4.専修大学、5.国立極地研究所、6.東京海洋大学、7.海洋生物環境研究所)

Mass loss of the Antarctic ice sheet under the influence of ice-ocean interaction

*杉山 慎[1]
*Shin Sugiyama[1]

1. 北海道大学低温科学研究所
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

The Antarctic ice sheet covers 8.3% of the global land surface with a mean ice thickness of 1937 m. The mass of the ice accounts for ~90% of freshwater on the earth and has a potential of 58.3 m sea level rise. Mass change of the ice sheet has a large impact on the Antarctic and global environment since meltwater discharge affects not only sea level, but also ocean circulation and marine ecosystems. Therefore, quantification of ice sheet mass balance and understanding the driving mechanisms are crucially important.

Our understanding of the Antarctic ice sheet mass balance has been greatly improved over the last two decades. Novel satellite measurement techniques enabled us to quantify year to year variations in the mass balance, as well as to investigate key processes such as ice speed, calving and ice shelf basal melting. These new observations have shown a trend of ice sheet mass loss since 1990s. The most significant changes are observed at fast flowing glaciers and ice shelves along the coast in West Antarctica. More detailed studies strongly suggest that the mass loss is due to increasing ice shelf basal melting and ice flow acceleration. To clarify the mechanism of the observed changes, further investigations are in progress on the ice sheet and in the ocean. Study results indicate that the ice sheet is losing mass under the influence of changing ocean, and meltwater discharge is affecting the ocean environment in turn.

In this presentation, we review progress in understanding of the Antarctic ice sheet mass balance and mechanisms driving the recent mass trends. Based on the existing knowledge, we discuss future research directions required for satellite and in-situ measurements as well as numerical investigations.

キーワード：南極氷床、氷床・海洋相互作用、質量収支、棚氷、海水準
Keywords: Antarctic ice sheet, Ice sheet-ocean interaction, Mass balance, Ice shelf, Sea level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極ドームふじ氷床コアによる約40万年前の間氷期における年代制約と気候復元

Accurate chronology and climatic reconstruction around MIS 11 (interglacial period ~400,000 years ago) from Dome Fuji ice core, Antarctica

*川村 賢二[1,2,3]、大藪 幾美[1]、青木 周司[4]、中澤 高清[4]、阿部 彩子[5,3]、齋藤 冬樹[3]
*Kenji Kawamura[1,2,3], Ikumi Oyabu[1], Shuji Aoki[4], Takakiyo Nakazawa[4], Ayako Abe-Ouchi[5,3], Fuyuki SAITO[3]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総研大、3. 海洋研究開発機構、4. 東北大学、5. 東京大学
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. SOKENDAI (The Graduate University of Advanced Studies), 3. JAMSTEC, 4. Tohoku University, 5. University of Tokyo

Marine Isotope Stage (MIS) 11 is characterized by long duration of glacial termination and interglacial, with higher sea level than today, despite moderate atmospheric CO_2 concentration and small variations in northern summer insolation (due to small orbital eccentricity). To investigate the roles of different forcings (e.g. orbital variations and greenhouse gases) on climate and ice sheets (sea level), paleoclimatic proxy records need to be accurately dated and precisely synchronized with each other. An accurate chronology for the past 360 ky was constructed through orbital tuning of O_2/N_2 ratio of trapped air in the Dome Fuji and Vostok ice cores with local summer insolation (Kawamura et al., 2007), and its improvement has been underway (Oyabu et al., this session). We have also been extending the O_2/N_2 chronology to older periods by analyzing the second Dome Fuji ice core, and constrain the timing and duration of the past interglacial periods.

Marine sediment cores from northern North Atlantic region exhibit millennial-scale variations, including abrupt climatic shifts and bipolar seesaw, during glacial periods and terminations in various proxy records (e.g. sea surface temperature and ice-rafted debris). By correlating the millennial-scale changes recorded in the marine sediment cores with those in the Dome Fuji ice core (CH_4 concentration and d18O of ice), it may be possible to transfer the Dome Fuji chronology to the marine cores from the North Atlantic. We first attempted to correlate planktonic $\delta^{18}O$ and IRD records from the marine core ODP 980 with the Dome Fuji CH_4 around MIS 11 and constrain the durations of interglacial periods recorded in the marine core, with some success. However, the current resolution of the Dome Fuji gas records (~2000 years on average) is not sufficient to undoubtedly identify all millennial-scale events, thus we will start new measurements to improve the resolution. In the presentation, we will show the results of the new measurements and synchronization, and discuss the timing, duration and mechanism of climatic changes over Termination V and MIS 11.

キーワード：アイスコア、MIS 11、間氷期、ドームふじ
Keywords: Ice core, MIS 11, interglacial period, Dome Fuji

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

過去７２万年間の気候変動情報を含むアイスコアの物理と層位および「最古の氷」の研究

Study on physics and layers of ice cores containing information of climate change over the past 720 k-years, and study on the "oldest ice"

*藤田 秀二[1,2]、平林 幹啓[1]、飯塚 芳徳[3]、大野 浩[4]
*Shuji Fujita[1,2], Motohiro Hirabayashi[1], Iizuka Yoshinori[3], Hiroshi Ohno[4]

1. 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学（SOKENDAI）極域科学専攻、3. 北海道大学低温科学研究所、4. 北見工業大学
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems(ROIS), 2. Department of Polar Science, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), Japan, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Japan, 4. Kitami Institute of Technology, Japan

本発表は、標記題名の進行中の研究課題や今後の取り組みへの展望を示すことを目的とする。

【研究の背景・目的】

南極内陸のアイスコアは、約150万年規模の気候変動史の重要な情報源である。気候変動のシグナルを含有している氷は、深いほど年代が古くなり、氷床の流動によって鉛直に圧縮変形し、さらには、地熱の影響を受けてシグナルには種々の経時変質が起こる。気候変動の信号を非常に古い氷まで高時間分解能で解読できれば、急激な気候変動の歴史を読み解き、その知識は温暖化する地球上での人類の生存戦略につながる。しかし、現状のアイスコア解析は基本的に離散的な分析に基づき、連続高分解能解析技術は近年端緒についたばかりである。本研究では、結晶物理と連続融解を手法とする最先端の連続高分解能解析手法群を用い、約20万年前から72万年前に遡る非常に古いアイスコアの層位を高時間分解能で解読する。この長大なアイスコアの分析に基づき、①古気候シグナルとしての情報価値創出に加え、②経時変質の性質と素性を明らかにし、③複数のコア間の精緻な年代同期や比較解析を実現する。更には、④将来に掘削する150万年規模のアイスコアのもつ情報の質の予測を可能にする。

【研究の方法】

南極大陸の「ドームふじ」（図１参照）で国立極地研究所を中心とした日本のアイスコア研究コミュニティが採取をした、過去約７２万年間の気候変動史の情報を含むアイスコアのうち、特に約20万年前から72万年前に遡る非常に古い部位の詳細解析を実施する。こうした年代部位は、約3000メートルの長さをもつアイスコアの、最も深い約1000メートル区間に、年層が縦に圧縮した状態で存在する。本研究は、南極各地で掘削される全深層アイスコア、特にドームふじとドームC（図１参照）に共通な年代軸を与えうるか、それに、急激な気候変動の動態を、古い時代に向かいどこまで解読可能かを問う。

問いに挑むアクションとして、層序を読み取る２つの手法を用いる。まず、最も深い約1000メートル区間深度帯の層毎の圧縮変形履歴や、分子拡散の物理履歴を読む。「ミリ波共振器」と呼ばれる手法を用い、結晶集合組織の層構造の連続解析を、約20mm分解能で実施する。さらに、氷のなかで拡散しにくい物質の層序を読み取る。ケイ素、ナトリウム、カルシウムの連続解析を、「連続融解解析システム」と呼ぶ手法を用いて実施する。測定分解能は約10mmとなる。

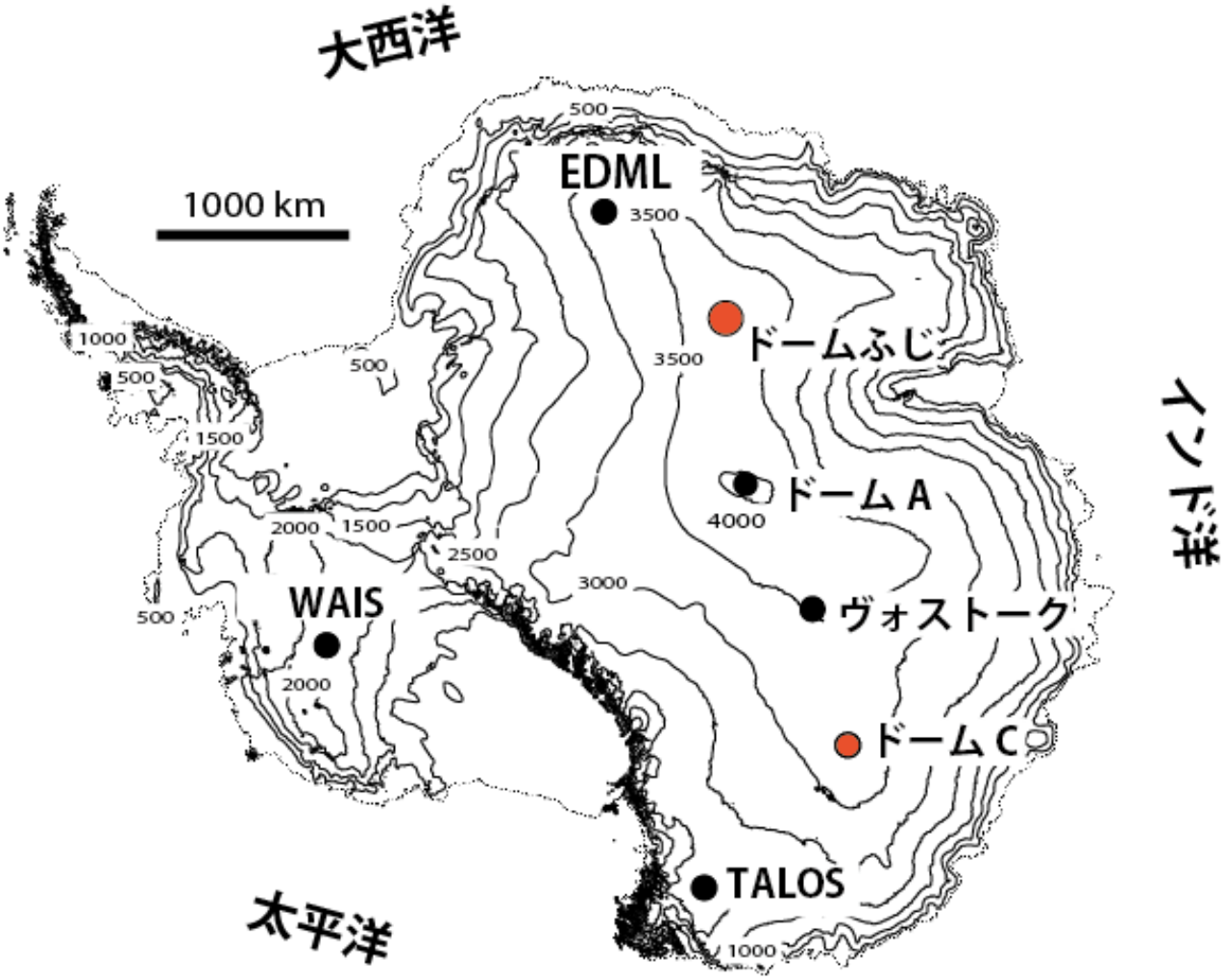
【期待される成果と意義】

上に述べた主に２つの高分解能連続解析から、相当する連続高分解能のアイスコアデータを生成する。これは、発展的な問いに対する検討材料となる。こうしたデータを用いて、ドームふじコアとドームCコアの年代同期を実施し、年代が精密に対応する深度を同定する。それをもとにして、ドームふじコアとドームCコア間

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

のアイスコアシグナルの年代差を抽出する。これにより達成できることは、将来にわたる多くの深層コアに共通な精密年代軸を世界で初めて達成できることである。さらには、地球規模の熱循環モードの７２万年の変化の有無を明らかにする。さらには、非常に古い氷の層構造の存在状態を予測する。アイスコアの、急激な気候変動に関する古気候アーカイブしての情報価値と信頼性と限界を明らかにする。

キーワード：南極、氷床、アイスコア、気候変動、年代、古気候
Keywords: Antarctica, ice sheet, ice core, climate change, dating, paleoclimate



図：南極氷床上の主要な深層アイスコア掘削点

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷期間氷期を通じた南極前線変動の追跡

Reconstructions of the Antarctic Polar Front through the glacial/interglacials

*松井 浩紀[1]、加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[3]、池原 実[1]
*Hiroki Matsui[1], Yuji Kato[1,2], Itsuki Suto[3], Minoru Ikehara[1]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 日本学術振興会特別研究員PD、3. 名古屋大学
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. JSPS PD, 3. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

三大洋を連結する南極周極流（南極前線，亜南極前線）は南大洋・南極氷床システムの主要な構成要素であり，その挙動を過去から現在まで解明することは重要である．現在の南極前線は表層海水温の温度勾配（>1.5˚C/100 km）によって定義され，南緯44度～64度に位置している（Freeman and Lovenduski, 2016）．2002年～2014年の前線位置からは，近年の温暖化に対し全球的な傾向（北上や南下）は顕著には読み取れない（Freeman et al., 2016）．一方，約2万年前の最終氷期最寒冷期において，南極前線は約5度北上したと考えられている（e.g., Gersonde et al., 2005）．しかし，過去の温度勾配を復元するには海底堆積物のデータ密度は十分でなく，等温線（例えば4˚C）を南極前線とする異なる定義が用いられている（Kohfeld et al., 2013）．本講演では海底堆積物に含まれる微化石（動植物プランクトンである有孔虫や珪藻の遺骸）に着目し，氷期間氷期を通じた南極前線の復元に関して現状の知見と問題点を整理する．加えて，精度よく前線変動を追跡するための適切なアプローチについて議論する．

キーワード：南極前線、古海洋
Keywords: Antarctic Polar Front, Paleoceanography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋インド洋区における海洋地球科学総合観測：白鳳丸KH-19-1次航海成果速報

Integrated observations for marine earth science in the Indian sector of the Southern Ocean: Preliminary results of R/V Hakuho-maru KH-19-1 cruise

*池原 実[1]、大島 慶一郎[2]、板木 拓也[3]、佐藤 暢[4]、藤井 昌和[5]、川合 美千代[6]、松井 浩紀[1]、池上 隆仁[7]、白鳳丸KH-19-1乗船研究者一同 .
*Minoru Ikehara[1], Kay I. Ohshima[2], Takuya Itaki[3], Hiroshi Sato[4], Masakazu Fujii[5], Michiyo Yamamoto-Kawai[6], Hiroki Matsui[1], Takahito Ikenoue[7], . Scientific Party of R/V Hakuho-maru KH-19-1 cruise

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 産業技術総合研究所、4. 専修大学、5. 国立極地研究所、6. 東京海洋大学、7. 海洋生物環境研究所
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. ILTS, Hokkaido University, 3. GSJ, AIST, 4. Senshu University, 5. National Institute of Polar Research, 6. Tokyo University of Marine Science and Technology, 7. Marine Ecology Research Institute

南大洋インド洋区において、白鳳丸を用いた海洋地球科学総合観測（KH-19-1）を実施した。IODPプロポーザル918の３地点（デルカノライズおよびコンラッドライズ）においてサイトサーベイ（シービーム海底地形、反射法地震探査、SBP地層探査）を行い掘削地点の精査を完了した。デルカノライズのDCR-03AおよびDCR-02Aからマルチプルコアとピストンコアを採取した。帯磁率および明度の変化からDCR-2PC（DCR-02A）は複数回の氷期・間氷期サイクルを保持していることが推定され、亜南極域における古海洋変動を復元する試料として重要である。コンラッドライズにおけるドレッジ観測にて多様な岩石試料を採取し、ライズの成因や南西インド洋のテクトニクスの理解に供する試料を確保した。また、南極前線の南の高い生物生産を有する海域のECR-1（55˚S, 45˚E）からセジメントトラップを回収することに成功し、１年間の沈降粒子を得た。沈降粒子フラックスは夏季に多く冬季に少ない典型的な季節変化を示した。さらに、南極ケープダンレー沖の深海チャネルにおいて３つの係留系を設置するとともに、深海チャネルを横断する測線にて反射法地震探査を初めて実施し、チャネル底脇からピストンコアを採取した。今後これらの試料とデータを解析することで、南極氷床の拡大縮小にともなう堆積プロセスの変化やケープダンレー底層水の変遷史の解明に繋がる研究が進展すると期待される。

キーワード：南大洋、古海洋、海氷、南極、生物生産、南極底層水
Keywords: Southern Ocean, paleoceanography, sea ice, Antarctic, productivity, Antarctic Bottom Water

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールB 2F

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)、座長:シェリフ多田野 サム(東京大学)

熱・水・物質の巨大リザーバである南大洋と南極氷床は、長期の全球気候変動の中心的役割を果たしている可能性がある。この「南大洋・南極氷床システム」を構成するサブシステムとしては，氷床と海の相互作用の場である棚氷、そこから流出する氷山、大きな季節変動をする海氷、海洋熱塩循環を駆動する南極底層水，活発な生物生産，そして3大大洋を連結する南極周極流などがあり、これらのサブシステムは相互に連動しながら地球規模の環境変動に重大な影響を与えていると考えられている。本セッションは、地球規模の環境変動を正確に理解するために必要不可欠である過去から現在に至る南極氷床変動、南大洋海洋循環、南大洋生態系変動に焦点を絞り、各サブシステムの挙動や相互作用に関する様々な分野の最新の観測やシミュレーション結果、新たな研究観測の提案等を総括的に議論し、“南極氷床”と”南大洋”に関わる分野融合研究を推進する場とする。

10:45 ~ 11:00

[MIS14-06] **High resolution ocean temperatures reconstructions over the last glacial-interglacial in the Kerguelen region, Southern Ocean.**

*Matthieu Civel[1,2]、Xavier Crosta[3]、Giuseppe Cortese[4]、Elisabeth Michel[5]、Alain Mazaud[5]、Samuel Jaccard[6]、Lena Thöle[6]、Minoru Ikehara[1]、Takuya Itaki[2] (1.Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Japan、2.Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba, Japan、3.UMR 5805 CNRS EPOC, Université de Bordeaux, France、4.GNS Science, Lower Hutt, New Zealand、5.LSCE-IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, 91198 Gif-sur-Yvette, France、6.Institute of Geological Sciences & Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland)

11:00 ~ 11:15

[MIS14-07] GIAモデルによる東南極の測地観測に対する地球内部粘性構造と完新世南極氷床変動の影響評価

*奥野 淳一[1,2]、土井 浩一郎[1,2]、青山 雄一[1,2]、石輪 健樹[1]、服部 晃久[2]、福田 洋一[3] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.京都大学)

11:15 ~ 11:30

[MIS14-08] **Reconstruction of the East Antarctic ice sheet variability during the last 3 myrs in the central & eastern Droning Maud Land, East Antarctica**

*菅沼 悠介[1,2]、川又 基人[2]、香月 興太[3]、金丸 龍夫[4]、金田 平太郎[5]、小山 拓志[6]、田邊 優貴子[1,2]、柴田 大輔[7]、石輪 健樹[1]、板木 拓也[8]、奥野 淳一[1,2]、関 宰[9]、須藤 斎[10]、藤井 昌和[1,2]、三浦 英樹[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.島根大学、4.日本大学、5.千葉大学、6.大分大学、7.筑波大学、8.産総研、9.北海道大学、10.名古屋大学)

11:30 ~ 11:45

[MIS14-09] Vertical ice flow motions obtained from year-round GNSS observations on Shirase Glacier, Antarctica

*青山 雄一[1,2]、土井 浩一郎[1,2]、平野 大輔[3]、田村 岳史[1,2]、青木 茂[3]、渋谷 和雄[1] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.北海道大学低温科学研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS14-10] **南極探査用AUV"MONACA"の運用計画と設計**

*山縣 広和[1]、巻 俊宏[1]、吉田 弘[2]、野木 義史[3] (1.東京大学生産技術研究所、2.海洋研究開発機構、3.国立極地研究所)

12:00 ~ 12:15

[MIS14-11] Geophysical insights into tectonic, volcanic, sedimentation, and glacial processes in Indian and Southern Oceans: Preliminary geophysical results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*藤井 昌和[1]、佐藤 暢[2]、池原 実[3]、野木 義史[1]、佐藤 太一[4]、中村 恭之[5]、Eri Amsler[6]、シェリフ多田野 サム[7]
(1.国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2.専修大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所、5.海洋研究開発機構、6.University of Bern、7.東京大学大気海洋研究所)

High resolution ocean temperatures reconstructions over the last glacial-interglacial in the Kerguelen region, Southern Ocean.

*Matthieu Civel[1,2], Xavier Crosta[3], Giuseppe Cortese[4], Elisabeth Michel[5], Alain Mazaud[5], Samuel Jaccard[6], Lena Thöle[6], Minoru Ikehara[1], Takuya Itaki[2]

1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Japan, 2. Geological Survey of Japan, AIST, Tsukuba, Japan, 3. UMR 5805 CNRS EPOC, Université de Bordeaux, France, 4. GNS Science, Lower Hutt, New Zealand, 5. LSCE-IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, 91198 Gif-sur-Yvette, France, 6. Institute of Geological Sciences & Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland

The Southern Ocean (SO) is a place of primordial importance to the understanding of global ocean circulation as it connects the Atlantic, the Pacific and the Indian oceans and thus actively participates in global climate changes. Climate processes and variations in the Indian sector of the SO are not as well understood as processes in the Atlantic sector. This why this project documents climate variations and migrations of the Antarctic Circumpolar Current (ACC) hydrological fronts in the Kerguelen area over the last glacial-interglacial cycle. In this study sea surface temperatures (SST) are reconstructed in two sediment cores, the MD11-3353 (PFZ) and MD12-3396CQ (SAZ), with radiolarian and diatoms microfossil assemblages. By comparing the results given by these two proxies different signals were identified for surface and subsurface waters suggesting a decoupling of these two water masses in the SAZ East of the Kerguelen Plateau. But in the PFZ, both proxies showed similar results. The comparison between these results leads us to think of an influence of lower latitudes warm water in the SAZ whereas this influence is absent in the PFZ in this region.

Keywords: Southern Ocean, Radiolarian, Diatoms, Micropaleontology, Kerguelen

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GIAモデルによる東南極の測地観測に対する地球内部粘性構造と完新世南極氷床変動の影響評価

Present-day crustal motion and gravity change in East Antarctica: implications for the mantle viscosity and Holocene Antarctic Ice Sheet change inferred from GIA modeling

*奥野 淳一[1,2]、土井 浩一郎[1,2]、青山 雄一[1,2]、石輪 健樹[1]、服部 晃久[2]、福田 洋一[3]
*Jun'ichi Okuno[1,2], Koichiro Doi[1,2], Yuichi Aoyama[1,2], Takeshige Ishiwa[1], Akihisa Hattori[2], Yoichi Fukuda[3]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 京都大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. Kyoto University

Geodetic and geomorphological observations in the coastal part of Antarctica indicate the uplift trend associated with the removal mass of the Antarctic Ice Sheet (AIS) in the last deglaciation. The numerical calculations of crustal motion derived from the glacial isostatic adjustment (GIA) modeling have played the role of inferring the ice mass change of AIS from observations related to solid Earth deformation. The deglaciation histories of the AIS inferred from the comparisons between the geomorphological sea-level records, and GIA modeling shows the monotonic Holocene retreat for the AIS (e.g., Whitehouse et al., 2012). However, GNSS observations in some regions in the coastal part of Antarctica cannot be explained the amplitudes of the uplift by only glacial rebound due to the last deglaciation of the AIS. Also, recent studies (e.g., Kingslake et al., 2018) concerning bedrock topography in the margin of AIS inferred that some portions of the ice sheet might have re-advanced after retreating behind the present-day margin in mid-to-late Holocene. Therefore, this re-advance of AIS in Holocene may be caused to arise the mismatch between GNSS observations and numerical predictions. On the other hand, GNSS observations include not only the components of the GIA due to the last deglaciation and also elastic deformation due to present-day surface mass balance (e.g., Hattori et al., 2018). Similarly, this effect could cause a difference between the GNSS observations and the GIA calculations. In this presentation, we will show the crustal deformation rates and gravity changes calculated by the GIA modeling using the previously published deglaciation histories and the comparisons with these observations obtained from East Antarctica. We intend to discuss the influences of AIS mass changes and choice of mantle viscosity profile on the geodetic measurements in East Antarctica.

キーワード：GIA、東南極、GNSS、重力変化
Keywords: Glacial Isostatic Adjustment, East Antarctica, GNSS, gravity change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstruction of the East Antarctic ice sheet variability during the last 3 myrs in the central & eastern Droning Maud Land, East Antarctica

*菅沼 悠介[1,2]、川又 基人[2]、香月 興太[3]、金丸 龍夫[4]、金田 平太郎[5]、小山 拓志[6]、田邊 優貴子[1,2]、柴田 大輔[7]、石輪 健樹[1]、板木 拓也[8]、奥野 淳一[1,2]、関 宰[9]、須藤 斎[10]、藤井 昌和[1,2]、三浦 英樹[1,2]
*Yusuke Suganuma[1,2], Moto Kawamata[2], Kota Katsuki[3], Tatsuo Kanamaru[4], Heitaro Kaneda[5], Takushi Koyama[6], Tanabe Yukiko[1,2], Daisuke Shibata[7], Takeshige Ishiwa[1], Takuya Itaki[8], Jun'ichi Okuno[1,2], Osamu Seki[9], Itsuki Suto[10], Masakazu Fujii[1,2], Hideki Miura[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 島根大学、4. 日本大学、5. 千葉大学、6. 大分大学、7. 筑波大学、8. 産総研、9. 北海道大学、10. 名古屋大学
1. National institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. Shimane University, 4. Nihon University, 5. Chiba University, 6. Oita University, 7. Tsukuba University, 8. GSJ, AIST, 9. Hokkaido University, 10. Nagoya University

Reconstructing past variability of the Antarctic ice sheets is essential to understand their stability and to anticipate their contribution to future sea level rise. However, magnitude and timing of ice sheet changes during the last several million years have not been well constrained, especially in central & eastern Droning Maud Land, East Antarctica. Recently, we have carried out several field campaigns in this area to reconstruct changes in thickness, geographical extent, and timing of retreat of the East Antarctic Ice Sheet based on the detailed geomorphological survey, cosmogenic exposure dating, and lake/shallow marine sediment records coupled with glacial isostatic adjustment modeling (GIA). In this presentation, we will introduce these recent achievements from the field campaigns and discuss scientific plans for the next few seasons.

キーワード：南大洋・南極氷床、固体班
Keywords: Giant Reservoirs - Antarctic, Solid Earth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Vertical ice flow motions obtained from year-round GNSS observations on Shirase Glacier, Antarctica

*青山 雄一[1,2]、土井 浩一郎[1,2]、平野 大輔[3]、田村 岳史[1,2]、青木 茂[3]、渋谷 和雄[1]
*Yuichi Aoyama[1,2], Koichiro Doi[1,2], Daisuke Hirano[3], Takeshi Tamura[1,2], Shigeru Aoki[3], Kazuo Shibuya[1]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 北海道大学低温科学研究所
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

The Antarctic ice sheet is a huge heat sink acting as a feedback controller for adjusting global warming, so a loss of its mass would cause a great impact on the global climate change. It is valuable to evaluate an Antarctic ice mass balance, which is a consequence of competition between an ice discharge and a snow accumulation. With an objective of estimating the ice discharge around Lützow-Holmbukta, East Antarctica, we have measured three-dimensional (3D) ice flow motions around a grounding line of Shirase Glacier, which is fastest and largest ice stream in Lützow-Holmbukta.

We first performed one-month GPS measurement near the calving front of Shirase Glacier in 2011/2012 austral summer. The three-dimensional position of this site was determined by the kinematic precise point positioning (kPPP) method at every 30 seconds with a 4-5-cm precision for 25 days. From the 30-s interval position, we estimated the ice flow velocity vector, the basal melting rate of the iceberg, and ocean tidal variations (Aoyama et al. 2016). Subsequently, a year-round GNSS measurement system was installed six kilometers downstream from the grounding line of Shirase Glacier at the end of Jan. 2015. By maintaining this year-round system (changing SD card and battery) every austral summer season, we have already obtained a three-years continuous data from Jan. 30, 2015 to Dec. 30, 2017.
We analyzed the time series of the three-dimensional position of this system with kPPP method. The time series revealed the ice flow motion downstream from the grounding line of Shirase Glacier during 2015-2017. Focusing on the vertical motion, there is no remarkable ocean tidal variation. And the obtained vertical flow motion shows gradually descent, then rise, again descent slope. In order to clarify whether such vertical change is local or wide area, we compared with a TanDEM-X 90m DEM (Rizzoli et al., 2017). In the presentation, we will show properties of the ice flow motion downstream the grounding line of Shirase Glacier.

キーワード：白瀬氷河上でのGNSS通年観測、アクセスが困難な場所での無人観測
Keywords: year-round GNSS measurements on Shirase Glacier, Unmanned measurement in site where access is difficult

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極探査用AUV"MONACA"の運用計画と設計
Operation plan and design of the Antarctic exploration AUV "MONACA"

*山縣 広和[1]、巻 俊宏[1]、吉田 弘[2]、野木 義史[3]
*Hirokazu Yamagata[1], Toshihiro Maki[1], Hiroshi Yoshida[2], Yoshifumi Nogi[3]

1. 東京大学生産技術研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 国立極地研究所
1. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 2. Japan Marine Science and Technology Center, 3. National Institute of Polar Research

Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) have been used for under-ice explorations of the Antarctic Ocean. Most of the current under ice AUVs are large and are used for the long-distance survey. Survey results of these AUVs are extremely precise, but there is a trade-off between precision and running cost and/or risk of losing AUVs.

In this presentation, the authors propose a variable and compact AUV MONACA (Mobility Oriented Nadir AntarctiC Adventurer) which can offer the necessary and sufficient compositions for various survey needs by the modular design. Development of MONACA is supported by JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas No.4902, to measure the sea ice/shelf ice and ocean floor for research of ice sheet-ocean interaction.

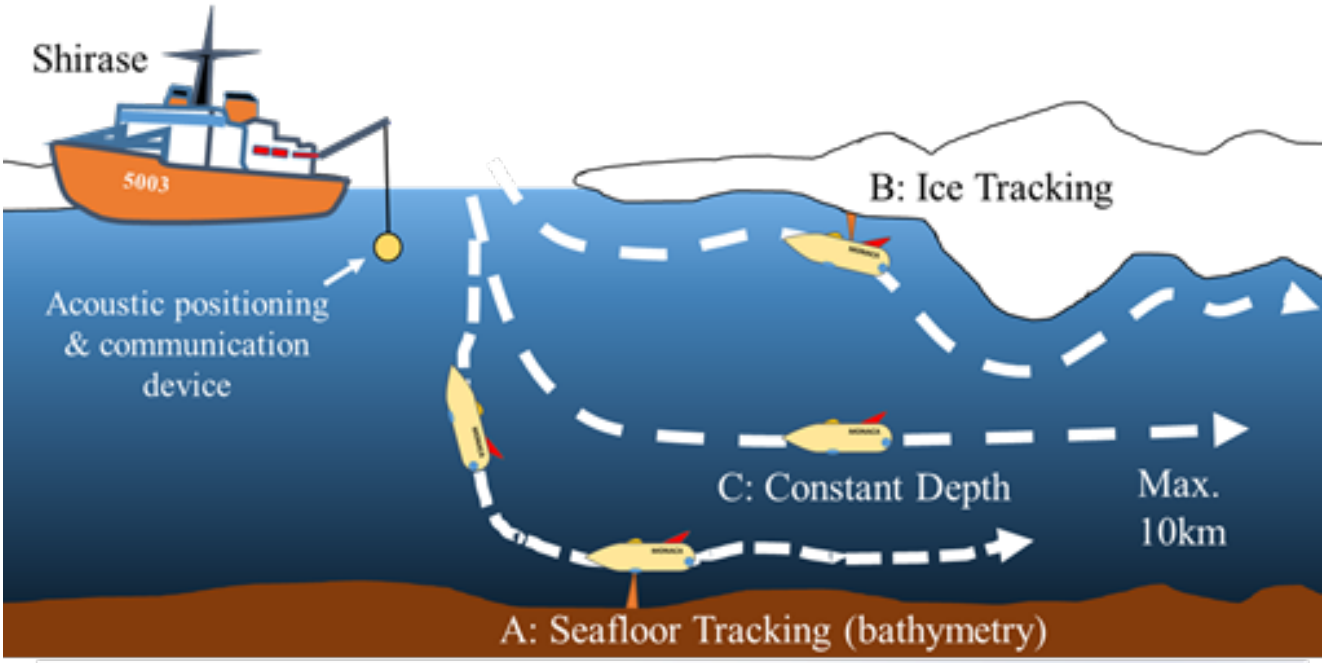
MONACA is 2 m long, 230 kg weight, and it can cruise for about 8 hours. Depth rating is 1500m. The vehicle is designed to go into ice-covered oceans as far as 10 km. The flat body is filled with buoyancy materials at the top so that the battery units and main unit can be accessed from the side. The vehicle has five degrees of freedom (surge, heave, roll, pitch, and yaw) by 4 vertical thrusters and 2 horizontal thrusters. Although the survey range is limited compared with large AUVs, it can conduct a highly precise survey with lower costs.

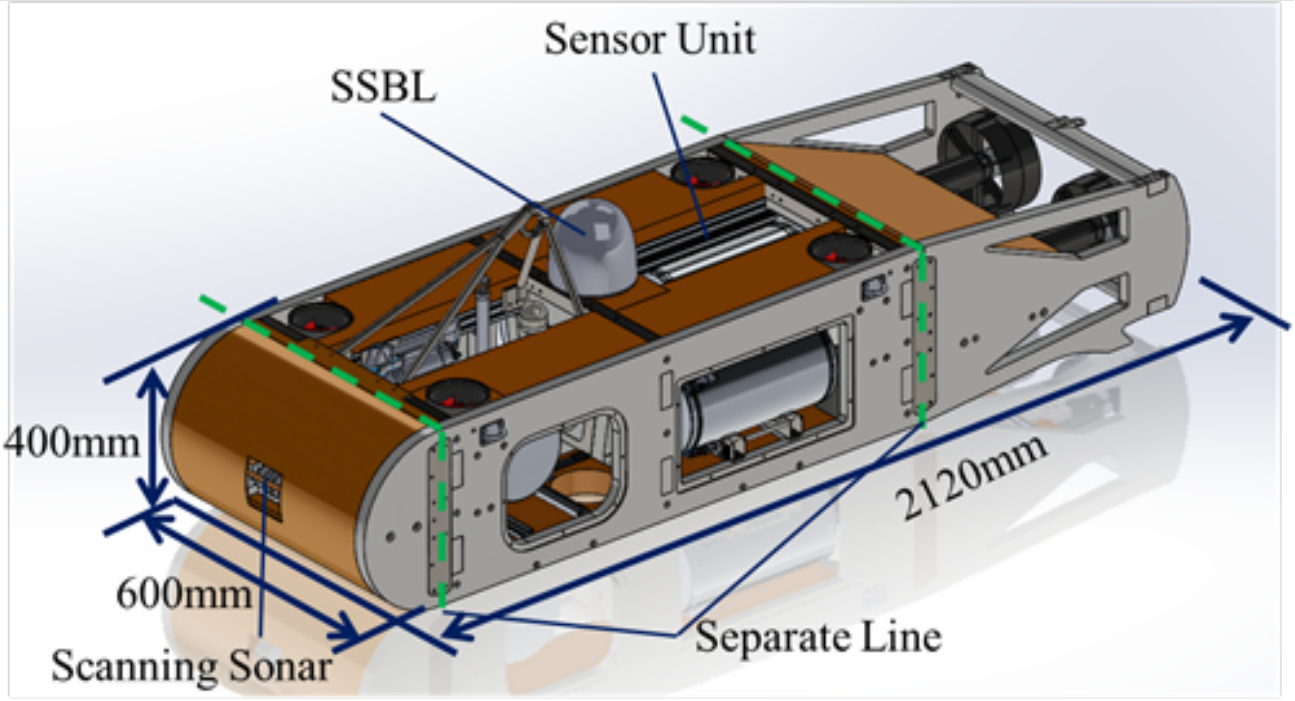
The three missions are considered as shown in the figure. (A: Seafloor tracking, B: Ice tracking, C: Water survey in constant depth). In the missions A and B, the shape of the seafloor or the ice is mapped by a multi-beam sonar while tracking it by a probabilistic approach using a scanning sonar. The multi-beam sonar measures 480 points in the swath width of 120˚. The vehicle has two set of releasable ballasts for diving and surfacing. The vehicle is designed to follow the seafloor or ice at the reference altitude of 50 m. In the mission C, the vehicle navigates at a constant depth, measuring water quality by a CTD sensor. Resolution of the CTD sensor is Temperature = +/- 0.0001 ˚C, Conductivity = +/- 0.0001 mS / cm, Depth = 0.03 m.

In order to realize these three missions under the size limitation, MONACA has the sensor unit that can be flipped upside down. The sensor unit includes the multi-beam sonar, an INS, and a DVL. Therefore, MONACA can navigate only by the sensor unit in case there are no obstacles in the seafloor.
MONACA is currently under construction, to be launched in 2019.

キーワード：南極、AUV
Keywords: Antarctic, AUV

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geophysical insights into tectonic, volcanic, sedimentation, and glacial processes in Indian and Southern Oceans: Preliminary geophysical results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*藤井 昌和[1]、佐藤 暢[2]、池原 実[3]、野木 義史[1]、佐藤 太一[4]、中村 恭之[5]、Eri Amsler[6]、シェリフ多田野 サム[7]
*Masakazu Fujii[1], Hiroshi Sato[2], Minoru Ikehara[3], Yoshifumi Nogi[1], Taichi Sato[4], Yasuyuki Nakamura[5], Eri Helen Amsler[6], Sam Sherriff-Tadano[7]

1. 国立極地研究所 / 総合研究大学院大学、2. 専修大学、3. 高知大学、4. 産業技術総合研究所、5. 海洋研究開発機構、6. University of Bern、7. 東京大学大気海洋研究所
1. National Institute of Polar Research and SOKENDAI, 2. Senshu University, 3. Kochi University, 4. AIST, 5. JAMSTEC, 6. University of Bern, 7. AORI, UTokyo

The seafloor covers more than 70 percent of the solid-earth surface and has been progressively investigated since the 20th century, however most parts have not been explored because of observation difficulties in the ocean. Particularly, the seafloor of the Indian and Southern Oceans are expected to preserve significant records of paleo glacial processes and submarine volcanism as well as continental breakup and seafloor spreading. Here, we show new geophysical dataset just obtained during the R/V *Hakuho-maru*KH-19-1 cruise in early 2019. Underway geophysical mapping as well as multichannel reflection surveys and dredge rock samplings were conducted in this cruse. Specific scientific target area were set to 1) the Southwest Indian Ridge to reveal the seafloor spreading process in the Cenozoic era; 2) Conrad Rise to understand its origin and surrounding magmatism; 3) Del Cano Rise to reveal how it has been formed; 4) off Cape Darnley to reveal relationship between solid-earth processes and presently formed Antarctic bottom water; and 5) Southeast Indian Ridge to reveal the mid-ocean ridge oscillation. Multibeam bathymetry, total and vector magnetic fields, gravity, and sub-bottom profiler data were successfully acquired along the ship tracks which covers Fremantle to Mauritius in leg-1 (2 Jan to 11 Jan 2019) and Mauritius to Fremantle via mentioned target area in leg-2 (16 Jan to 12 Feb 2019). We overview preliminary geophysical results which were combined with previous *Hakuho-maru*cruises of KH-07-04, KH-09-05, KH-10-07, and KH-16-01 and data acquired during Japanese Antarctic Research Expedition by using Japanese icebreaker *Shirase*. Finally, we discuss geophysical insights into tectonic, volcanic, sedimentation, and glacial processes in Indian and Southern Oceans.

キーワード：インド洋・南大洋、固体地球プロセス、海域地球物理観測、白鳳丸
Keywords: Indian and Southern Oceans, Solid Earth processes, Marine geophysics, Hakuho-maru

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールB 2F

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)、座長:石輪 健樹(国立極地研究所)

熱・水・物質の巨大リザーバである南大洋と南極氷床は、長期の全球気候変動の中心的役割を果たしている可能性がある。この「南大洋・南極氷床システム」を構成するサブシステムとしては，氷床と海の相互作用の場である棚氷、そこから流出する氷山、大きな季節変動をする海氷、海洋熱塩循環を駆動する南極底層水，活発な生物生産，そして3大大洋を連結する南極周極流などがあり、これらのサブシステムは相互に連動しながら地球規模の環境変動に重大な影響を与えていると考えられている。本セッションは、地球規模の環境変動を正確に理解するために必要不可欠である過去から現在に至る南極氷床変動、南大洋海洋循環、南大洋生態系変動に焦点を絞り、各サブシステムの挙動や相互作用に関する様々な分野の最新の観測やシミュレーション結果、新たな研究観測の提案等を総括的に議論し、“南極氷床”と”南大洋”に関わる分野融合研究を推進する場とする。

13:45 ~ 14:00

[MIS14-12] 鉛直拡散係数の成層依存性を考慮した海洋大循環モデルによる氷期海洋炭素循環シミュレーション

*小林 英貴[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

14:00 ~ 14:15

[MIS14-13] Impacts of precession on the periodicity of climate and AMOC variabilities

*シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS14-14] 地軸の傾きと歳差・離心率、大気二酸化炭素濃度の変化がもたらす南半球高緯度における温暖化と気候フィードバックの違い

*木野 佳音[1]、阿部 彩子[1,2]、大石 龍太[1]、齋藤 冬樹[2]、吉森 正和[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[MIS14-15] Origin of Circumpolar Deep Water intruding onto the Amundsen and Bellingshausen Sea continental shelves

* 中山 佳洋[1,2]、Menemenlis Dimitris[2]、Zhang Hong[2]、Michael Schodlok[2]、Rignot Eric[2,3] (1.北海道大学低温科学研究所、2.NASA Jet Propulsion Laboratory、3.Uniersity of California, Irvine)

14:45 ~ 15:00

[MIS14-16] 2018/2019 夏季豪州南極海盆南部の海洋・物質循環 ― 開洋丸 KY18-04 航海速報

*勝又 勝郎[1]、平野 大輔[2]、野村 大樹[2]、山崎 開平[2]、國府 陽一郎[2]、木内 政彰[2]、青木 茂[2]、村瀬 弘人[3] (1.海洋研究開発機構、2.北海道大学、3.国際水産資源研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS14-17] 南大洋子午面循環の直接測流と定量評価を目指した係留観測

*北出 裕二郎[1]、溝端 浩平[1]、渡部 和帆[1]、程 霊巧[3]、高 郭平[3]、青木 茂[2]、牛尾 収輝[4]、嶋田 啓資[1]、大島 慶一郎[2] (1.東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科、2.北海道大学低温科学研究所、3.上海海洋大学、4.国立極地研究所)

鉛直拡散係数の成層依存性を考慮した海洋大循環モデルによる氷期海洋炭素循環シミュレーション

Simulations of glacial ocean carbon cycle with a parameterization of stratification dependence of vertical diffusivity

*小林 英貴[1]、岡 顕[1]
*Hidetaka Kobayashi[1], Akira Oka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

約 2 万年前の最終氷期最盛期は、間氷期と比較すると、大気中二酸化炭素濃度が 100 ppm 近く低かった。その主要因は、海洋の炭素貯蔵量の変化であると認識されているが、メカニズムの詳細は未解明である。最終氷期最盛期に関して、プロキシデータを用いた古海洋復元から、間氷期に比べて高塩で古い海水が南大洋深層を占めていた可能性が提示されている。成層が強まることで海水の鉛直混合が弱くなると、海洋深層への炭素貯蔵が増加し、氷期の大気中二酸化炭素濃度の低下に貢献すると考えられる。一方で、そのような水塊特性は、過去に行われた海洋大循環モデルを用いた数値的研究では十分に再現されていない。これは、先行研究が氷期の大気中二酸化炭素濃度を再現できていない要因の一つと考えられる。そこで、海洋大循環モデルによる数値実験で、氷期の南大洋における水塊特性を再現した上で、それが海洋炭素循環の変化を介して大気中二酸化炭素濃度に及ぼす影響を評価することを試みる。先行研究の Kobayashi et al. [2015; 2018] における氷期実験では、海氷生産の増加に伴う深層水形成の増加と、それに伴う深層の高塩化を模して、南大洋の深層で高塩分への緩和を行い、さらに水柱全体で理想的に小さい鉛直拡散係数を与えることで、氷期の南大洋における成層の強化に伴う鉛直混合の弱化を表現した。そのような海洋物理場の下で、炭酸塩補償を含む海洋炭素循環の変化により、氷期-間氷期間の大気中二酸化炭素濃度の約 100 ppm の変化のうち 73 ppm を説明していた。本発表では、前述の塩分緩和に加えて、Oka and Niwa [2013] で提示された、鉛直拡散係数の成層依存性を考慮できるパラメタ化を新たに導入した。鉛直拡散係数の成層依存性を考慮することで、データと数値実験との差がどの程度埋まるのかを議論することが、本発表の目的である。全球海洋で鉛直拡散係数の成層依存性を考慮すると、氷期実験において海洋全体で塩分による成層が中層から深層にかけて強まり、鉛直拡散係数が減少することが確認された。その結果、海水のベンチレーション年齢が、現代実験に比べて中層から深層にかけて古くなった。これは生物過程や深層大循環を経て深層に輸送されてきた炭素の滞留時間を増加させるため、溶存無機炭素の鉛直勾配は増加し、プロキシデータから示唆されるように、大気中二酸化炭素濃度が低下させる方向にはたらく。これに加えて、Kobayashi et al. [2018] で示したように、海底堆積物と海洋炭素循環との相互作用である炭酸塩補償による数万年の時間スケールをもつ応答が、海洋内部の炭素循環の変化を増幅させる方向にはたらくと予想される。発表では、海洋大循環モデルを用いた数値実験において、炭酸塩補償も含めた海洋炭素循環の応答により、氷期における大気中二酸化炭素濃度がどの程度説明されるのかについて報告する予定である。

キーワード：海洋炭素循環、氷期/間氷期サイクル、海洋子午面循環、炭酸塩補償
Keywords: ocean carbon cycle, glacial-interglacial cycle, global ocean meridional overturning circulation, carbonate compensation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of precession on the periodicity of climate and AMOC variabilities

*シェリフ多田野 サム[1]
*Sam Sherriff-Tadano[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

Over the glacial period, climate varied on centennial to millennial time scale between the warm instersadial and the cold staidial. Recent ice core and modelling studies have shown that changes in CO2 and the glacial ice sheet played a critical role in controlling the periodicity of the climate variability through affecting the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). Here, by analysing simulation data from a climate model GFDL, it is shown that changes in insolation pattern due to changes in precession also exert a substantial impact on the periodicity of the climate and AMOC variability. Model results show that a change from a Northern Hemisphere summer solstice perihelion to winter solstice perihelion causes an increase in the periodicity of the AMOC variability from decadal to millennial. Analysis reveals that an increase of sea ice over the Northern Hemisphere and a decrease in sea ice over the Southern Ocean due to insolation changes play a role in increasing the periodicity through stabilising both the vigorous AMOC and weak AMOC. These results may have some implications in interpreting the ice core data.

キーワード：数千年の気候変動、大西洋子午面循環、海氷
Keywords: millennial time-scale climate variability, AMOC, sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地軸の傾きと歳差・離心率、大気二酸化炭素濃度の変化がもたらす南半球高緯度における温暖化と気候フィードバックの違い
Warming and climate feedbacks in the southern high latitude driven by obliquity, precession-eccentricity, and atmospheric CO2

*木野 佳音[1]、阿部 彩子[1,2]、大石 龍太[1]、齋藤 冬樹[2]、吉森 正和[1]
*Kanon Kino[1], Ayako Abe-Ouchi[1,2], Ryouta O'ishi[1], Fuyuki SAITO[2], Masakazu Yoshimori[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

大気中二酸化炭素濃度の増加に伴う地球温暖化が特に極域で大きく現れることは極域気温増幅としてよく知られており、南半球高緯度においては、気候モデルを用いた研究によって温暖化要因の分析がされている (Lu and Cai, 2009)。また、南極氷床コアを用いた最新の研究では、地球の軌道要素である地軸の傾きや離心率の周期変動と現地気温の変動について、詳細な位相関係の議論が行われている (Uemura et al., 2018)。そこで、本研究では気候モデルMIROCを用いて、地球軌道要素が変化したときの南半球高緯度温暖化がどのようになるか大気中二酸化炭素濃度増加の場合と比較を行い、気候フィードバックの違いを調べた。

大気大循環モデルに海洋混合層モデルを結合したMIROC(Hasumi and Emori, 2004)を用いて、地軸の傾きを過去にあり得る最大値とした実験、離心率を過去にあり得る最大値でかつ近日点に冬至がくるとした実験を行い、南半球高緯度の気候変化を解析した。さらに、地表面での放射収支解析 (Lu and Cai, 2009) を行った。

結果として、南極氷床が存在する南極大陸上の温暖化は、地球軌道要素が変化する場合、日射が雲に遮られない晴天域の短波放射の変化によって主に決められていた。このことは、長波放射による強い加熱が温暖化をもたらす大気中二酸化炭素濃度増加の場合と対照的だった。また、南大洋上の温暖化の定性的な季節性は、放射強制力にかかわらず共通していて、夏にほとんど温暖化がみられず、秋から冬にかけて強い温暖化がみられた。放射収支解析から、この季節性をもたらす要因は、北半球高緯度の場合と共通しており、夏に海洋に吸収されたエネルギーが 冬に大気へ放出されることであるとわかった。また、定量的には、秋から冬の温暖化の強度が異なった。これには、特に春から初夏にかけての放射強制力の違いが海氷融解に与える影響が、重要であることがわかった。

今後は、大気循環や降水分布の解析も行っていく。また、海洋大循環も考慮したモデルの結果も解析する予定である。

キーワード：気候モデル、南極、軌道要素、フィードバック
Keywords: GCM, Antarctica, orbital parameter, feedback

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Origin of Circumpolar Deep Water intruding onto the Amundsen and Bellingshausen Sea continental shelves

* 中山 佳洋[1,2]、Menemenlis Dimitris[2]、Zhang Hong[2]、Michael Schodlok[2]、Rignot Eric[2,3]
*Yoshihiro Nakayama[1,2], Menemenlis Dimitris[2], Hong Zhang[2], Michael Schodlok[2], Eric Rignot[2,3]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. NASA Jet Propulsion Laboratory、3. Uniersity of California, Irvine
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. NASA's Jet Propulsion Laboratory, 3. Uniersity of California, Irvine

Melting of West Antarctic ice shelves is enhanced by Circumpolar Deep Water (CDW) intruding onto the Amundsen and Bellingshausen Seas (ABS) continental shelves. Despite existing studies of cross-shelf and on-shelf CDW transports, CDW pathways onto the ABS originating from further offshore have never been investigated. Here, we investigate CDW pathways onto the ABS using a regional ocean model. Simulated CDW tracers from a zonal section across 67˚S (S04P) circulate along the Antarctic Circumpolar Current (ACC) and Ross Gyre (RG) and travel into ABS continental shelf after 3–5 years, but source locations are shifted westward by ~900 km along S04P in 2001–2006 compared to 2009–2014. We find that simulated on- and off-shelf CDW is ~0.1–0.2 ˚C warmer in the 2009–2014 case than in the 2001–2006 case together with changes in simulated ocean circulation. These differences are primarily caused by lateral, rather than surface, boundary conditions, implying that large-scale atmospheric and ocean circulations are able to control CDW pathways and thus off- and on-shelf CDW properties.

キーワード：Ice shelf-ocean interaction、Amundsen-Bellingshausen Sea、Circumpolar Deep Water (CDW)
Keywords: Ice shelf-ocean interaction, Amundsen-Bellingshausen Sea, Circumpolar Deep Water (CDW)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018/2019 夏季豪州南極海盆南部の海洋・物質循環 ー 開洋丸 KY18-04 航海速報

Ocean and material circulation in the southern part of the Australian Antarctic Basin in 2018/2019 summer - preliminary results from Kaiyomaru KY18-04 cruise

*勝又 勝郎[1]、平野 大輔[2]、野村 大樹[2]、山崎 開平[2]、國府 陽一郎[2]、木内 政彰[2]、青木 茂[2]、村瀬 弘人[3]
*Katsuro Katsumata[1], Daisuke Hirano[2], Daiki Nomura[2], Kaihe Yamazaki[2], Yoichiro Koh[2], Masaaki Kiuchi[2], Shigeru Aoki[2], Hiroto Murase[3]

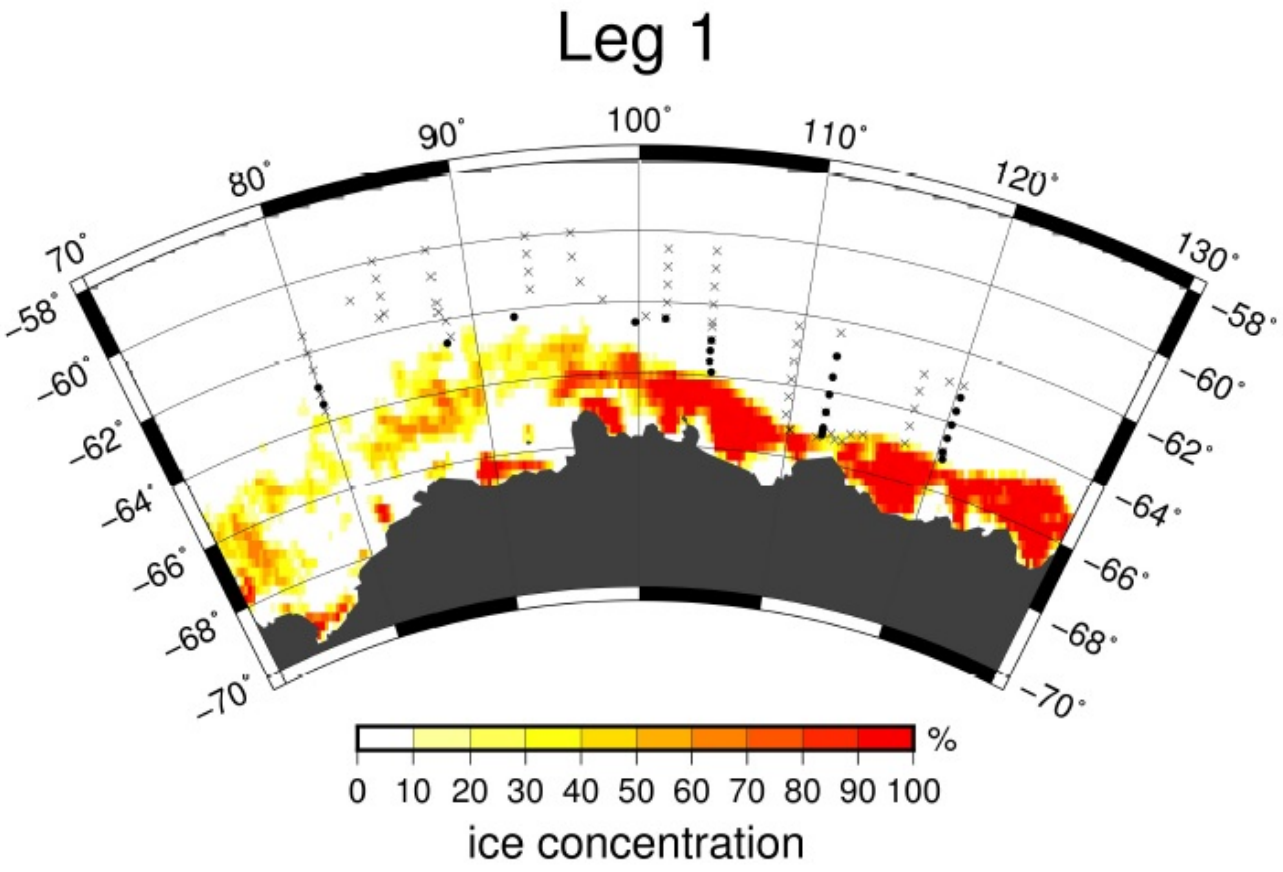
1. 海洋研究開発機構、2. 北海道大学、3. 国際水産資源研究所
1. JAMSTEC, 2. Hokkaido Univ., 3. NRI-FSF

豪州南極海盆はロス海・アデリー沖などで形成された底層水が南極沿岸流に沿って流入し、それを変質させて太平洋・インド洋の南極底層水循環の起点となる海盆である。近年観測されている南極底層水の体積減少・低塩化と大気・海氷と海洋の間の相互作用を結び付けるためには豪州南極海盆の循環がどのように変化しているのか知る必要がある。南大洋はおもに環海流北部で中層水・モード水への人為起源二酸化炭素を送り込む入り口として知られているが、環海流南部で底層水にどれほど炭素を送り込んでいるのか、あるいは炭素の多い深層水の湧昇を通じて大気に炭素を放出しているのかという質問に答えるためにはやはり豪州南極海盆の炭素循環を知る必要がある。またこれらの海洋・物質循環の変化はそこに生息する生物および生態系にどのような変化を与えているのかといった問題に取り組むうえで、生態系調査との同時観測が極めて有益である。

水産庁調査船開洋丸は 2018 年 12 月から 2019 年 3 月まで豪州南極海盆南部の海氷縁付近で海洋・物質循環および生態系に関する総合現地調査を行った。この海域は 1996 年に豪州によって観測されている。要旨執筆時点で 40 を超える CTD・LADCP・採水観測が行われている。また 80 を越える上層 1000 m までの XCTD 観測が行われている。予備的な解析では南極底層水の変化が観測されている。下図には前半 Leg 1 (2018 年 12 月 5 日から 2019 年 1 月 16 日）の CTD・LADCP・採水 （黒丸） XCTD 点（バツ）を示す。人工衛星搭載センサ AMSR2 から推定された海氷密接度は緯度 90 度以西は 2018 年 12 月 17 日、緯度 90 度から 107 度は同年同月 24 日、緯度 107 度以東は同年同月 31 日のデータを組み合わせて表示した。本発表では調査結果の概要を紹介するとともに今後の研究展開を展望する。

キーワード：陸棚循環、深層水形成、炭素循環
Keywords: Shelf circulation, Bottom water formation, carbon circulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋子午面循環の直接測流と定量評価を目指した係留観測
Mooring observation aiming direct current measurement and quantitative evaluation of Meridional Circulation of Southern Ocean

*北出 裕二郎[1]、溝端 浩平[1]、渡部 和帆[1]、程 霊巧[3]、高 郭平[3]、青木 茂[2]、牛尾 収輝[4]、嶋田 啓資[1]、大島 慶一郎[2]
*Kitade Yujiro[1], Kohei Mizobata[1], Kazuho Watanabe[1], Linquiao Chen[3], Gaopin Guo[3], Shigeru Aoki[2], Shyuki Ushio[4], Keishi Shimada[1], Kay I. Ohshima[2]

1. 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 上海海洋大学、4. 国立極地研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Hokkaido University, 3. Shanghi Ocean University, 4. National Institute of Polar Research

深層大循環は地球を巡る大規模な熱塩循環で、安定した気候の維持に重要な役割を果たす。近年、南極底層水が昇温・低塩化する傾向が各地で観測されつつある中、我々は、その低塩化機構の解明、および南大洋子午面循環の流量と変化を定量的に捉えるため、大規模な係留観測網の構築を目指している。そこで、最初の試みとして、南大洋子午面循環の直接測流を行うため、海鷹丸により2系の係留観測（2017年1月～2018年1月）を行った。設置回収時には、110°E上の定点とビンセネス湾沖で、海底直上までのCTDを実施した。季節海氷域北限域の測点KMN (60-56S,110-07E、水深：4180m)には、5台の流速計、ADP流速計、マイクロキャット4台、RBR solo T6台からなる全長約4200m、夏期発散帯付近のKMS（63-32S,108-02E、水深：3201m）には、マイクロキャット10台、CT計3台、solo T 30台からなる全長約2300mである。KMNの係留系はトップブイが海面まで出ていたため、冬季海氷の張り出しにより２つのブイが破損し、若干沈みやすくなってしいたが、全てのセンサーを無事回収することができた。

係留で得られた記録には、循環流の構造を示唆する流れ場が観測されており、中規模渦による周期的な変動や季節変動も認められた。詳細な変動の特性については、別に投稿しているポスターの結果を参照していただきたい。本報告では、観測の全様、係留観測結果のダイジェスト的な結果について紹介する。５つの流速計で得られた年平均流速[u, v(㎝/s)]は、上から429mで[2.15, -1.26]、859mで[1.46, -0.88]、1918dbで[0.26, -1.26]、3366dbで[-1.32, -0.78]、4080dbで[-1.65,-1.77]であった。東西流は、上の３層で東向き、下の2層では西向きで、緯線に沿ったリーズナブルな流速構造を示すことが分かる。南北流では、下層で少し大きいが、他の深度では1㎝/s程度の南向きの流れを示す。この1㎝/sという流速は、この海域の風応力場から求まるスベルドラップ輸送の流速値とほぼ一致する。また、400m深付近には、周極深層水と考えられる2℃前後の水塊が分布し、2カ月程度の周期的な南向流と同期して昇温する様子が認められた。これらの流速構造と変動は、当該海域の循環の第一近似的な特徴であると考えている。また、WindSatによる海上風データを用いて風応力のCurlの変動を調べた結果、一部の流速変動と対応する周期変動を示すことが分かった。本要旨では、速報値から分かる定性的な特徴だけを記したが、講演時には他の係留データも加え、より定量的な議論に踏み込んだ内容を紹介する。

キーワード：南大洋、子午面循環、係留観測、風応力
Keywords: Southern Ocean, Meridional Circulation, mooring observation, wind stress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)

熱・水・物質の巨大リザーバである南大洋と南極氷床は、長期の全球気候変動の中心的役割を果たしている可能性がある。この「南大洋・南極氷床システム」を構成するサブシステムとしては，氷床と海の相互作用の場である棚氷、そこから流出する氷山、大きな季節変動をする海氷、海洋熱塩循環を駆動する南極底層水，活発な生物生産，そして3大大洋を連結する南極周極流などがあり、これらのサブシステムは相互に連動しながら地球規模の環境変動に重大な影響を与えていると考えられている。本セッションは、地球規模の環境変動を正確に理解するために必要不可欠である過去から現在に至る南極氷床変動、南大洋海洋循環、南大洋生態系変動に焦点を絞り、各サブシステムの挙動や相互作用に関する様々な分野の最新の観測やシミュレーション結果、新たな研究観測の提案等を総括的に議論し、“南極氷床”と”南大洋”に関わる分野融合研究を推進する場とする。

[MIS14-P01] 低塩の海氷融解水がアイスアルジーの生物量と組成に与える影響

*髙橋 啓伍[1]、真壁 竜介[2,3]、高尾 信太郎[2,3]、小達 恒夫[2,3]、茂木 正人[1,2] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学)

[MIS14-P02] Effects of lugol’s fixtation on preservation of samples for carbon and nitrogen stable isotope and molecular analyses

*佐野 雅美[1]、真壁 竜介[1,2]、山本 あゆ[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P03] 南大洋生態系研究への環境DNAの導入

*立花 愛子[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P04] アメリ―棚氷沖におけるフラジルアイスと高生物量の同時発生過程

*町村 典彦[1]、大島 慶一郎[2]、中田 和輝[3]、伊藤 優人[2]、深町 康[2,4]、真壁 竜介[5]、高尾 信太郎[5]、二橋 創平[6] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学低温科学研究所、3.リモート・センシング技術センター、4.北海道大学北極域研究センター、5.国立極地研究所、6.苫小牧工業高等専門学校)

[MIS14-P05] 南大洋ビンセネス湾沖における端脚類*Themisto gaudichaudii*の摂餌生態

*松下 隼士[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P06] 南大洋の季節海氷域における亜表層クロロフィル極大の時系列観測

*影沢 歩友子[1]、佐野 雅美[2]、高尾 信太郎[1,2]、真壁 竜介[1,2]、溝端 浩平[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[2] (1.総合研究大学院大学、2.極地研究所、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P07] 東南極における大気硫酸の硫黄安定同位体組成の季節変動と大気硫黄循環への示唆

*石野 咲子[1]、服部 祥平[1]、Joel Savarino[2]、Michel Legrand[2]、Susanne Preunkert[2]、Bruno Jourdain[2]、Francis Albarede[3]、Emmanuelle Albalat[3]、吉田 尚弘[1,4] (1.東京工業大学物質理工学院応用化学系、2.グルノーブル大学/CNRS、環境地球科学研究所、3.リヨン高等師範学校（LGL-TPE）、4.東京工業大学地球生命研究所)

[MIS14-P08] 南極ドームふじ氷床コアの大気組成からみるターミネーション2の気候変動

*大藪 幾美[1,2]、川村 賢二[1,3,4]、北村 享太郎[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.日本学術振興会、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P09] Reconstruction of Antarctic ice sheet dynamics in the Last Interglacial

*飯塚 睦[1]、関 宰[1]、板木 拓也[2]、入野 智久[1]、池原 実[4]、杉崎 彩子[2]、山本 正伸[1]、堀川 恵司[5]、菅沼 悠介[3] (1.北海道大学、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所、4.高知大学海洋コア総合研究センター、5.富山大学)

[MIS14-P10] 南大洋の表層水温から推測される鮮新世の温暖期のCO2濃度

*関 宰[1]、下野 智大[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院)

[MIS14-P11] **Lithogenic fluxes across a transect in the SW Indian Ocean since the last glacial inception**

*Eri Helen Amsler[1]、Walter Geibert[2]、Gerhard Kuhn[2]、Minoru Ikehara[3]、Samuel Jaccard[1] (1.Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland、2.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany、3.Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Kochi, Japan)

[MIS14-P12] MIS M2からの温暖化過程におけるRoss海から産出した珪藻化石群集の変化

*石野 沙季[1]、須藤 斎[2]、McKay Rob[3]、De Santis Laura[4]、Kluhanek Denise[5]、IODP Exp. 374乗船研究者 一同 (1.産業技術総合研究所、2.名古屋大学環境学研究科、3.Victoria University、4.Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale、5.Texas A&M University)

[MIS14-P13] Geological insights into formation of Conrad Rise, Southern Ocean: Preliminary geological results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*佐藤 暢[1]、藤井 昌和[2,3]、松井 浩紀[4]、池原 実[4] (1.専修大学経営学部、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS14-P14] 新たな古環境プロキシとしての黄金色藻シスト化石

*加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.高知大学海洋コア総合研究センター（日本学術振興会 特別研究員）)

[MIS14-P15] Spatiotemporal variability of surface mass balance along the JARE traverse route for 1991−2019

*津滝 俊[1]、本山 秀明[2,3]、阿部 彩子[1,4]、藤田 秀二[2,3]、川村 賢二[2,3,4] (1.東京大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P16] The weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica

*金丸 龍夫[1]、菅沼 悠介[2]、大岩根 尚[3]、三浦 英樹[2]、三浦 真[4]、奥野 淳一[2]、早川 秀章[5] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.国立極地研究所、3.合同会社むすひ、4.金沢大学、5.東京大学宇宙線研究所)

[MIS14-P17] 新学術研究「固体地球と氷床の相互作用」2年次研究報告

*福田 洋一[1]、西島 潤[2]、風間 卓仁[1]、中村 和樹[3]、土井 浩一郎[4]、菅沼 悠介[4]、奥野 淳一[4]、新谷 昌人[5]、金田 平太郎[6]、青山 雄一[4]、三浦 英樹[4] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門、3.日本大学 工学部 情報工学科、4.国立極地研究所、5.東京大学地震研究所、6.千葉大学理学研究科)

[MIS14-P18] Late Pleistocene to Holocene sea-level change in East Antarctica revealed by glacial isostatic adjustment modeling

*石輪 健樹[1]、奥野 淳一[1,2]、菅沼 悠介[1,2]、三浦 英樹[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS14-P19] An modeling study of Antarctic ice sheet of the Last Glacial Maximum and the last deglaciation

*小長谷 貴志[1]、阿部 彩子[1,2]、Greve Ralf[3]、齋藤 冬樹[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P20] Development of a coupled ice-sheet/earth rebound model for Antarctic ice-sheet simulation

*齋藤 冬樹[1]、阿部 彩子[2,1]、奥野 淳一[3]、小長谷 貴志[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所、3.国立極地研究所)

[MIS14-P21] Polar amplifications in the past warm periods obtained from MIROC 4m AOGCM

*樋口 太郎[1]、阿部 彩子[1]、陳 永利[1]、シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P22] Using a coupled AOGCM to study the Antarctic climate of the mid-Pliocene warm period

*Wing-Le Chan[1]、Ayako Abe-Ouchi[1,2] (1.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo、2.National Institute of Polar Research)

[MIS14-P23] CMIP5モデル結果解析による地球温暖化が海洋基礎生産に与える影響の定量的評価

*岡 顕[1]、中村 有希[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P24] 氷期に発生した数千年スケールの気候変動の要因分析

*三木 あかり[1]、阿部 彩子[2]、シェリフ多田野 サム[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P25] First continuous profiler observation of wintertime Antarctic coastal polynya

*青木 茂[1]、小野 数也[1]、平野 大輔[1]、伊藤 優人[1]、野口 智英[2]、小澤 知史[2] (1.北海道大学、2.マリンワークジャパン)

[MIS14-P26] Surface topography survey for bared rock and accumulated snow in Antarctica by Unmanned Aero Vehicle

*青山 雄一[1,2,3]、服部 晃久[2,3]、大石 猛[3,4]、土井 浩一郎[1,2,3]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.第59次南極地域観測隊、4.NEC)

[MIS14-P27] 南大洋季節海氷域北限域における巨大係留系長期観測記録の解析

*渡部 和帆[1]、溝端 浩平[1]、北出 裕二郎[1] (1.東京海洋大学)

[MIS14-P28] 2019年夏季のケープダンレー沖におけるクロロフルオロカーボンと六フッ化硫黄の観測結果速報

*大橋 良彦[1]、川合 美千代[1]、佐々木 建一[2]、熊川 小綾花[1]、田村 尚之[1]、大島 慶一郎[3] (1.東京海洋大学、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P29] 西南極アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量変動メカニズム

*二橋 創平[1]、峯 康太[1]、中田 和輝[2] (1.苫小牧高専、2.リモート・センシング技術センター)

[MIS14-P30] Estimation of thin ice thickness and discrimination of ice type from AMSR2 passive microwave data

*中田 和輝[1]、田丸 直也[1]、二橋 創平[2]、大島 慶一郎[3] (1.一般財団法人リモート・センシング技術センター、2.苫小牧工業高等専門学校、3.北海道大学低温科学研究所)

低塩の海氷融解水がアイスアルジーの生物量と組成に与える影響
Preliminary study on the effect of low-salinity ice melting water on biomass and composition of ice algae

*髙橋 啓伍[1]、真壁 竜介[2,3]、高尾 信太郎[2,3]、小達 恒夫[2,3]、茂木 正人[1,2]
*Keigo Takahashi[1], Ryosuke Makabe[2,3], Shintaro Takao[2,3], Tsuneo Odate[2,3], Masato Moteki[1,2]

1. 東京海洋大学、2. 国立極地研究所、3. 総合研究大学院大学
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research, 3. The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI)

Upon sea ice melting ice algae are subject to low salinity water, sometimes nearly freshwater, while sea ice produces a brine (high salinity). Certain taxa of ice algae, primarily diatom, increase in cell number after released in water column (seeding). Since lower salinity water deteriorates photosynthetic efficiency of ice algae, such a variability of salinity is likely to influence seeding of ice algae during melting season. However, it is not clear how biomass, abundance, composition and mortality of ice-algal community changes under different salinity conditions. To further understand the mechanism for seeding of ice algae, we conducted a shipboard experiment in the Indian Sector of the Southern Ocean during austral summer.

We collected pack ice and surface seawater in the ice edge (65º17.9’ S, 109º40.9’ E) on January 16th, 2019 during the 22nd Antarctic voyage by the training vessel *Umitaka-maru*. Sea ice was melted with different volume of filtered seawater (moderate salinity: 10.0 kg ice+90 L filtered sea water, FSW, low salinity: 8.6 kg ice+10 L FSW) to simulate different final salinity (moderate: 30.05, low: 18.00). We incubated the algal communities in seawater and two types of sea-ice melting water (moderate and low salinity conditions) under a natural light condition for 24 hours, with temperature maintained by a circulating surface seawater. Before and after the incubation, we obtained chlorophyll *a* concentration (bulk and size-fraction), Lugol-fixed samples for microscopic analysis and cell viability (live or dead).

After 24 hours, <10 μm size class of ice-algal communities in both moderate and low salinity conditions showed a significant difference in the ratio of chlorophyll *a* concentration (chl *a* fin. /chl *a* ini.) relative to the bulk and >10 μm size class (Tukey-Kramer test, Fig.). The ratio of chl *a* (mean±SD, *n*=3) in this size class was highest (moderate: 2.1±0.1, low: 1.8±0.2) among the samples. This suggests that algal community of <10 μm have an ability to acclimate to low salinity water. This study discussed the changes in species composition and abundance of the algal communities as well.

キーワード：南大洋、アイスアルジー、植物プランクトン
Keywords: The Southern Ocean, Ice algae, Sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

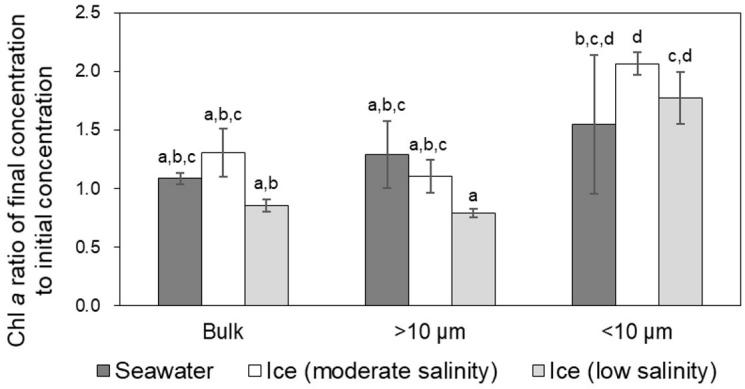


Fig. The final chlorophyll *a* concentration of bulk and size-fractionated samples relative to the initial concentration of seawater and two types of ice (moderate and low salinity). The same letters indicate no significant difference at the p=0.05 level (Tukey-Kramer test).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of lugol’s fixtation on preservation of samples for carbon and nitrogen stable isotope and molecular analyses

*佐野 雅美[1]、真壁 竜介[1,2]、山本 あゆ[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[1,2]
*Masayoshi Sano[1], Ryosuke Makabe[1,2], Ayu Yamamoto[3], Norio Kurosawa[4], Masato Moteki[2,3], Tsuneo Odate[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 東京海洋大学、4. 創価大学
1. National Institute of Polar Research, 2. The Graduate University for Advanced Studies, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Soka University

Recently, carbon and nitrogen stable isotope analysis and molecular analysis are commonly used as powerful tools in marine ecological studies including sediment trap experiments. In the southern ocean ecosystem studies, moored sediment trap samples are important to obtain information all-year around including winter season when we cannot observe directly by research vessels. Usually, collecting cups of sediment traps were filled with formalin for preventing degradation of samples during deployment periods, but formalin fixtation is not suitable for those analyses because of crosslinking and fragmantation of DNA and alteration of carbon stable isotope. On the other hand, lugol’s iodine solution is commonly used as fixatives of microzooplankton and phytoplankton samples, but its usefulness as a long term preservative of samples for stable isotope analysis and molecular analysis is still not examined. In this study, we compared carbon and nitrogen stable isotope ratios of zooplankton samples fixed by lugol’s iodine solution and other methods over 6 months and extract DNA from lugol fixed samples after 16 months preservation for examining the usefulness of lugol’s iodine solution. Samples were collected by ORI net during a cruise of training vessel *Umitaka-maru* in 2017. Collected samples were fixed by 5%, 10% lugol’s iodine seawater solution or 5% buffered formalin seawater or frozen at -80˚C on board. Samples were sorted after 1 week, 1 month, 3 months and 6 months preservation and used for stable isotope analysis. DNA was extracted from samples after 16 months preservation and amplified by PCR. In most cases, carbon stable isotope ratios were significantly different between formalin fixed samples and other samples after 1 week preservation. Nitrogen stable isotope ratios were also significantly different between formalin fixed samples and other samples after 1 month preservation. There are no significant differences in carbon and nitrogen stable isotope ratios between samples fixed by 10% lugol solution and frozen samples in all the periods. Amplification of DNA extracted from lugol fixed samples was detected by a gel electrophoresis. Thus, lugol’s fixtation is considered to be suitable for long term preservation of samples for both stable isotope analysis and molecular analysis.

キーワード：動物プランクトン、セジメントトラップ、安定同位体比、DNA、固定法
Keywords: Zooplankton, Sediment trap, Stable isotope ratio, DNA, Fixation method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋生態系研究への環境DNAの導入
The application of environmental DNA for the monitoring of Antarctic marine ecosystem

*立花 愛子[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1]
*Aiko Tachibana[1], Ryosuke Makabe[2], Masato Moteki[1]

1. 東京海洋大学、2. 国立極地研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research

生物の群集構造および多様性のモニタリングは、地球規模の気候変動に対する南極の海洋生態系変動への影響を理解するために不可欠である。従来のバイオモニタリング手法は、対象生物に応じた様々なサンプリング法と形態学に基づく同定を基に行われており、時間やコストだけでなく高度な専門知識を要してきた。今後、急速に変化する気候変動に対し、南大洋生態系へ及ぼす影響を明らかにするためには、生物群集の時空間的変動を迅速に理解するための効率的かつ効果的なツールが必要であると考えられる。環境DNA - 生物によって土、堆積物、水などの環境サンプルに落とされた細胞や組織から抽出されたゲノム物質 - は海洋の生物多様性と群集組成を迅速に評価することが可能なツールとして近年注目されている。本研究では、南大洋生態系研究の新たなモニタリングツールとして環境DNAを導入し、より高度な解像度での生物多様性と群集構造の把握を目指した。環境DNAの採集は2019年1月の東京海洋大学の練習船「海鷹丸」による南大洋航海において、東南極ウィルクスランド沖の110°E上にて行った。採水は40～65°Sの表層から深層の各層において行われ、計189サンプル得た。これらのサンプルからDNAベースの生物多様性データを作成し、南洋における後生動物の遺伝的多様性の包括的な分析を行う。本発表ではeDNA観測の概要と予備実験の結果を示すと共に、今後の分析計画についても議論する。

キーワード：環境DNA、南大洋、生物多様性
Keywords: Environmental DNA, Southern Ocean, biodiversity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アメリー棚氷沖におけるフラジルアイスと高生物量の同時発生過程
Coincidental occurrence process of frazil ice and high biomass off Amery Ice Shelf

*町村 典彦[1]、大島 慶一郎[2]、中田 和輝[3]、伊藤 優人[2]、深町 康[2,4]、真壁 竜介[5]、高尾 信太郎[5]、二橋 創平[6]
*Yoshihiko Machimura[1], Kay I. Ohshima[2], Kazuki Nakata[3], Masato Ito[2], Yasushi Fukamachi[2,4], Ryosuke Makabe[5], Shintaro Takao[5], Sohey Nihashi[6]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学低温科学研究所、3. リモート・センシング技術センター、4. 北海道大学北極域研究センター、5. 国立極地研究所、6. 苫小牧工業高等専門学校
1. Graduate School of Environmental Sciences, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Remote Sensing Technology Center of Japan, 4. Arctic Research Center, Hokkaido University, 5. National Institute of Polar Research, 6. National Institute of Technology, Tomakomai College

南極沿岸は南大洋で最も生物生産が盛んな領域として知られ、全球規模の炭素循環や生態系に多大な影響を与えていると考えられている。また、衛星可視光データを用いた一次生産量推定では南極沿岸の生物生産は海氷融解期に当たる12 月から1 月にかけて最大となり、再結氷期に当たる2 月から3 月にかけて大きく減少すると報告されている(Arrigo et al., 2015)。しかし近年、この2 月から3 月の南極沿岸で生物量の非常に高い領域が存在しているとの報告が、衛星・現場双方の観測から挙げられている(Lieser et al., 2015、DeJong et al., 2018)。この晩夏に観測される高い生物量はフラジルアイスを伴って発生していることが特徴である。海色衛星データを用いたクロロフィル量推定アルゴリズムにおいては、海氷による反射光へのコンタミを除去するためマスクがかけられてしまう。このため、このフラジルアイスを伴う生物量は見逃されていた。このフラジルアイスと同時に観測される高い生物量はCO_2 シンクとしても大きく寄与している可能性があり、この現象の発生過程を解明することの価値は極めて高いといえる。

本研究ではまず、2003 年から2011 年の2 月と3 月のケープダンレーおよびアメリー棚氷沖の海域を対象とし、対象期間中に取得されたすべてのMODIS の表面反射率データのうち雲の影響の少ないものから生物量の指標となるグリーンインデックスを算出した。次にNakata et al. (2019) によって開発されたAMSR マイクロ波放射計による海氷タイプ識別アルゴリズムを用いてフラジルアイス出現海域を同定した。両者の解析を比較したところ、対象領域における生物量とフラジルアイスの空間的・時間的な分布に高い一致があることが明らかになった。特にアメリー棚氷沖およそ50km(南緯68.2 度) の領域において、生物量とフラジルアイスはともに分布のピークがあることが明らかになった。これまでフラジルアイスは沿岸ポリニヤ過程により岸より発生すると考えられていたが、3 月のアメリー棚氷沖においては岸より離れた所を中心に発生するという点も予測を超える結果であった。

このような岸や氷縁から離れた領域でフラジルアイスを発生させる要因として棚氷水(ISW: Ice Shelf Water)を考えた。バイオロギングで得られた水温塩分データを見ると、一部ポテンシャル過冷却となっているISW とみられる低温の水塊が棚氷フロントから南緯68.3 度までは深さ250～400m に存在しているが、その水塊が沖へ向かうに従い徐々に上昇し、南緯68.2 度付近では表層にまで達していることがわかった。棚氷の沖では、沖合50～100km にまでISWが流出し、フラジル(プレートレット) アイスが海中で生成されることは他の研究で報告されている(Dieckmann et al., 1986、Hughes et al., 2013)。

以上の解析結果をまとめると、アメリー棚氷沖における高い生物量を伴ったフラジルアイス生成は以下のプロセスによると推定される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1. アメリー棚氷フロントからISW が流出する。

2. ISW は北上する過程で、水中で過冷却に達してフラジルアイスを生成する。

3. そのフラジルアイスは生成され次第浮上するが表層が結氷温度に達していない南緯68.3 度以南では水中で融解してしまい、68.2 度以北で初めて表層に現れる。

4. フラジルアイスが表層に浮上する過程でプランクトンをトラップして表層に運ぶ。同時に棚氷由来の鉄がブルーミングを促し、生物量を増加させる。

今回提案されたプロセスは他の棚氷沖でも生じている可能性があり、実際にロス棚氷沖周辺でも晩夏に高い生物量が報告されている。今後は、今回提案されたアメリー棚氷沖でのプロセスの詳細を観測も交えて明らかにするとともに、このプロセスが全南極で周極的に起こりうるか、もしそうならば、そのCO_2 シンクとしての寄与はどの程度の規模になるのか、明らかにすべきであると考える。

キーワード：海氷、ポリニヤ、棚氷水、リモートセンシング、生物生産
Keywords: sea ice, polynya, ice shelf water, remote sensing, biological production

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋ビンセネス湾沖における端脚類*Themisto gaudichaudii*の摂餌生態
Feeding habit of the Antarctic amphipod *Themisto gaudichaudii*of Vincennes Bay (East Antarctica) during austral summer

*松下 隼士[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1]
*Junji Matsushita[1], Ryosuke Makabe[2], Masato Moteki[1]

1. 東京海洋大学、2. 国立極地研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research

ナンキョクオキアミと同様に食物網をつなぐマクロ動物プランクトンとして，端脚類が挙げられる。端脚類は高次捕食者の重要な摂餌対象とされる一方，肉食者として動物プランクトンを捕食するため，植食者や粒子食者とされるオキアミ類と食段階が異なる。南大洋で広く分布する端脚類*Themisto gaudichaudii*は，海域によりマクロ動物プランクトンの最優占種となることもある。食性は日和見的な肉食者とされ，実際に消化管内容物からはカイアシ類やオキアミ類，サルパ類といった様々な動物プランクトンが観察されている。南大洋ではオキアミ類を対象とした生態系研究が活発に行われてきた一方，端脚類に関する研究は少なく，特にインド洋セクターでは充分な知見が得られていない。これらの観点より本研究では*T. gaudichaudii*の消化管内容物解析から，インド洋セクターにおける夏季の摂餌生態を明らかにすることを目的とした。*T. gaudichaudii*は，第22次海鷹丸南極海航海（2019年1月）において，南大洋ビンセネス湾沖西経110度ラインに沿った観測点7点で採集され，消化管内容物の解析に供した。また，飼育により採取した糞粒から解析結果を補足した。本発表では，*T. gaudichaudii*の摂餌生態を調べることで，インド洋セクター生態系における端脚類の役割を考察する。

キーワード：南大洋、マクロ動物プランクトン、端脚類
Keywords: The Southern Ocean, Macrozooplankton, Amphipod

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋の季節海氷域における亜表層クロロフィル極大の時系列観測
Time-series observation of subsurface chlorophyll *a* maximum in the seasonal ice zone of the Southern Ocean

*影沢 歩友子[1]、佐野 雅美[2]、高尾 信太郎[1,2]、真壁 竜介[1,2]、溝端 浩平[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[2]
*Ayuko Kagesawa[1], Masayoshi Sano[2], Shintaro Takao[1,2], Ryosuke Makabe[1,2], Kohei Mizobata[3], Norio Kurosawa[4], Masato Moteki[2,3], tuneo Odate[2]

1. 総合研究大学院大学、2. 極地研究所、3. 東京海洋大学、4. 創価大学
1. The Graduate University for Advanced Studies, 2. National Institute of Polar Research, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Soka University

A persistent subsurface chlorophyll *a* maximum (SCM) is often found during the summer-fall season after the ice-edge bloom in the seasonal ice zone of the Southern Ocean, so that SCM would be considered important for biogeochemical cycling through the lower trophic levels. The relevant studies, however, have been qualitative in nature. This study aimed to reveal the dynamics and ecological role of the SCM in the seasonal ice zone.
We carried out Lagrangian observations using a drifter with two time-series sediment traps, an Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) and four sensor flames (Fig. 1). The drifter was deployed at 63.5˚S, 110.0˚E in January 14th 2019, and 5-day continuous observation was performed. In the vicinity of the drifter, 4 ship-based observations including net sampling and CTD casts were made until the drifter was recovered. Physical environments were measured by CTD, and sea water samples were collected for measurements of chlorophyll *a* (chl. *a*) concentration, nutrients, particle organic carbon, dissolved organic carbon, abundance of phytoplankton, micro-zooplankton, bacteria and nano-/pico-phytoplankton. We also conducted an incubation experiment for determining net primary production.
The temperature minimum layer, found between 37 and 52 m depth, decreased from -0.82 ºC to -1.28 ºC during the study period. The maximum chl. *a* concentration (1.0-2.0 μg/l), comparable to that in typical ice edge blooms, was observed at 40 m depth (Fig. 2). Such a high chl. *a* concentration might have important roles for food web and for material cycling. We will discuss especially on phytoplankton dynamics showing results of microscopic and chemical analyses.

キーワード：亜表層クロロフィル極大、南大洋
Keywords: subsurface chlorophyll a maximum , the Southern Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

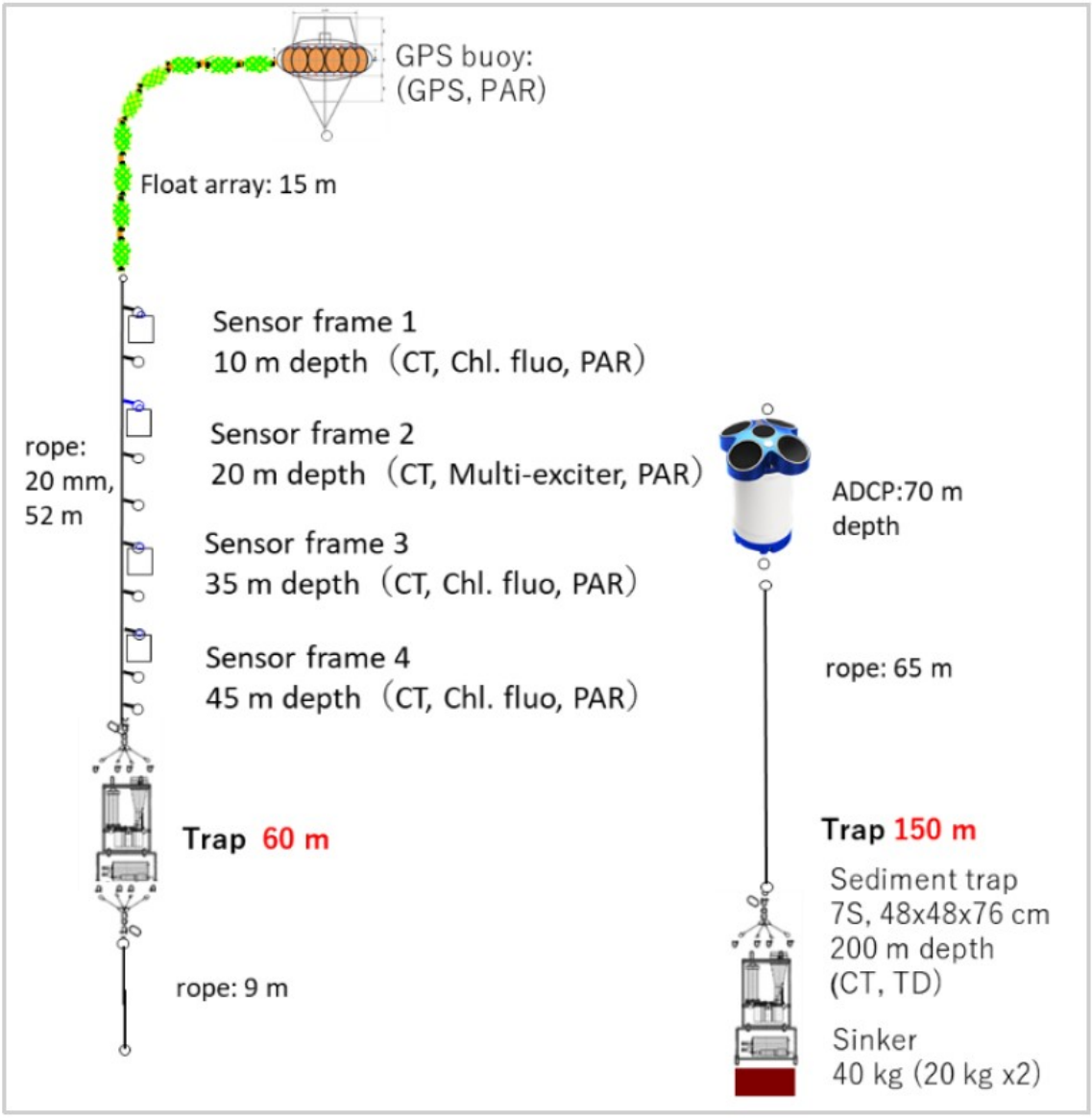
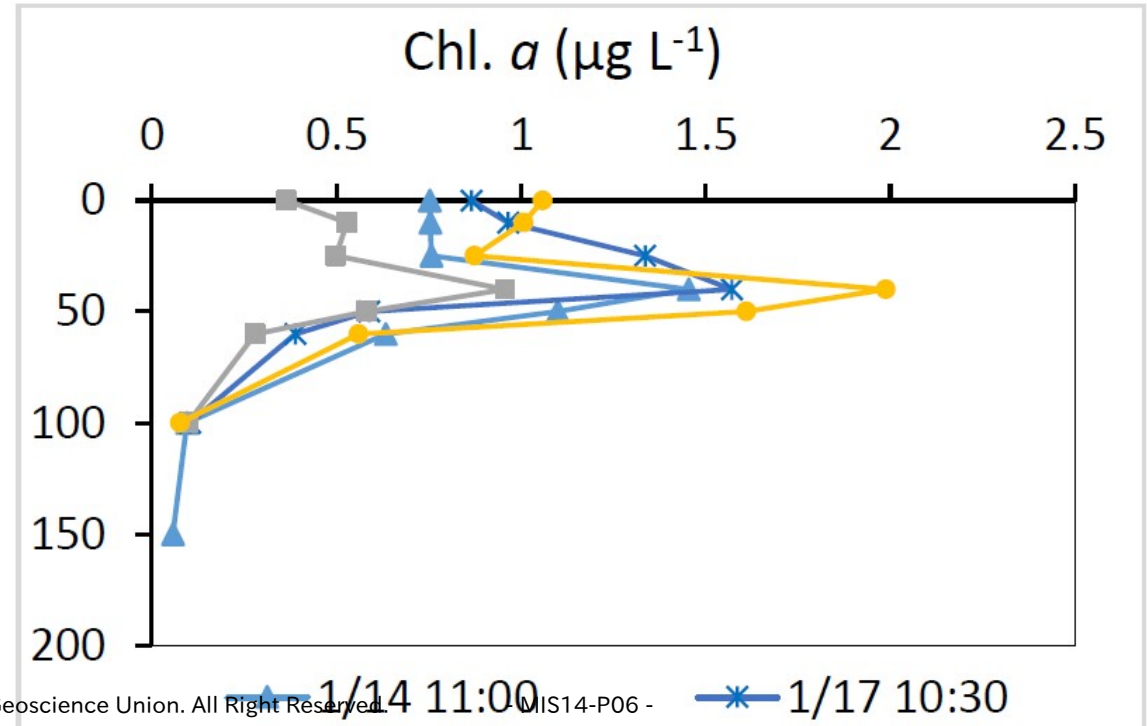


Fig. 1 A schematic image of the drifter



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東南極における大気硫酸の硫黄安定同位体組成の季節変動と大気硫黄循環への示唆

Seasonality in sulfur isotopic compositions of atmospheric sulfate and its implications for atmospheric sulfur cycles in East Antarctica

*石野 咲子[1]、服部 祥平[1]、Joel Savarino[2]、Michel Legrand[2]、Susanne Preunkert[2]、Bruno Jourdain[2]、Francis Albarede[3]、Emmanuelle Albalat[3]、吉田 尚弘[1,4]
*Sakiko Ishino[1], Shohei Hattori[1], Joel Savarino[2], Michel Legrand[2], Susanne Preunkert[2], Bruno Jourdain[2], Francis Albarede[3], Emmanuelle Albalat[3], Naohiro Yoshida[1,4]

1. 東京工業大学物質理工学院応用化学系、2. グルノーブル大学/CNRS、環境地球科学研究所、3. リヨン高等師範学校（LGL-TPE）、4. 東京工業大学地球生命研究所
1. Department of Chemical Science and Engineering, School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Institute of Technology, 2. Institut des Geoscience de l’ Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS, 3. Ecole Normale Supérieure (LGL-TPE), 4. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

Atmospheric sulfate in Antarctica is produced mainly from a marine biogenic sulfur compound, dimethyl sulfide. They are therefore a subject of study related to the linkage between marine biogenic activity and climate. We investigate year-round observations of sulfur isotopic compositions of atmospheric sulfate (SO_4^{2-}) at inland (Dome C) and coastal (Dumont d’ Urville) sites in East Antarctica to quantify the relative importance of marine biogenic (mb) and non-marine biogenic (nmb) SO_4^{2-} for the Antarctic atmospheric sulfur cycle. The $\delta^{34}S$ values of non-sea salt sulfate showed clear seasonal variations with summer maxima and winter minima, and showed homogeneity between inland and coastal sites throughout the year. This result suggests that the isotopic fractionation through chemical reactions during transportation from coastal to inland areas insignificantly affects the observed $\delta^{34}S_{nss}$ values. The observed $\delta^{34}S_{nss}$ values are controlled mainly by the relative importance of mb-SO_4^{2-} and nmb-SO_4^{2-}. This finding, in conjunction with the SO_4^{2-} records in Antarctic ice cores, will open a perspective implying the increased relative importance of nmb-SO_4^{2-} during glacial periods. We also found a significant increase in nmb-SO_4^{2-} concentrations in November, especially for the inland site. This nmb-SO_4^{2-} increase is correlated with the ^{210}Pb concentration, suggesting the existence of long-range transport of continental nmb-SO_4^{2-} from lower latitudes to the Antarctic inland. Identification of the sources of those nmb-SO_4^{2-} will be a key step for elucidation of the linkage between Antarctic atmosphere/climate and environmental changes at lower latitudes from the past through the future.

キーワード：硫黄同位体分析、硫酸エアロゾル、南極
Keywords: Sulfur isotope analysis, Sulfate aerosols, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極ドームふじ氷床コアの大気組成からみるターミネーション2の気候変動

Penultimate glacial-interglacial transition viewed from the Dome Fuji ice core, Antarctica

*大藪 幾美[1,2]、川村 賢二[1,3,4]、北村 享太郎[1]
*Ikumi Oyabu[1,2], Kenji Kawamura[1,3,4], Kyotaro Kitamura[1]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 日本学術振興会、3. 総合研究大学院大学、4. 海洋研究開発機構
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. Japan Society for the Promotion of Science, 3. SOKENDAI (The Graduate University of Advanced Studies), 4. Japan Agency for Marine Science and Technology (JAMSTEC)

Paleoclimatic proxies provide information about the variations of climate forcings and responses, such as atmospheric CO_2concentration, temperature and sea level, as well as their magnitudes and phase relationships. Accurate chronological constraints are particularly important for numerical simulations, both for their input and validation data, to better understand the transient behaviors of climate and ice sheets. During the last interglacial period (~130 to ~120 thousand years before present (kyr BP)), the peak global mean surface temperature was ~1 degree higher than the preindustrial period, and the global sea level was ~6 –9 m higher than today with significant contribution from the Antarctic ice sheet, whereas atmospheric CO_2levels were similar to those in the preindustrial period (Dutton et al., 2015). The last interglacial period and the preceding transition from the penultimate glacial period are important targets for the paleoclimatic research to investigate the mechanisms for warming and ice-sheet reductions. However, responses (sequences, timing or magnitude) of ice sheets, temperature or ocean circulations to climate forcing during this period are much less well understood, partly because the number of proxies and time resolution are limited, and the chronological uncertainties are relatively large. A chronology of the Dome Fuji (DF) ice core was constructed by synchronizing variations in O_2/N_2ratio of occluded air with local summer insolation (Kawamura et al., 2007), but relatively large errors were later reported around the last interglacial (Fujita et al., 2015). Here, we reanalyzed the O_2/N_2ratio of the DF core by improving the methods for sample treatment, air extraction and mass spectrometry between 57 and 165 kyr BP to revise the DF chronology. The new chronology agrees within 1.2 kyr with a radiometric (U-Th) chronology of Chinese speleothems, the whose stated error is less than 1 kyr (Cheng et al., 2009), suggesting successful improvement of our ice-core chronology. Using $\delta^{18}O$ of atmospheric O_2($\delta^{18}O_{atm}$) and CH_4records measured on the same ice samples as used for the O_2/N_2measurements, we investigate climatic variations during the penultimate glacial period and deglaciation. We found that $\delta^{18}O_{atm}$ becomes heavier while CH_4concentration increased at 138.4 kyr BP during the penultimate glacial maximum; this characteristic relationship was observed at Heinrich Event 2 (at ~24 kyr BP) during the last glacial maximum (Severinghaus et al., 2009; Rhodes et al., 2015). Other well-dated paleoclimatic records show major climatic changes around 138 kyr BP; an abrupt weakening of the Asian monsoon occurred at 138 kyr BP (Wang et al., 2008), and the onset of relative sea level rise was suggested at 139±1 kyr BP from seawater $\delta^{18}O$ of Red Sea (Grant et al., 2012) and at 137 kyr BP from U-Th dating of Tahiti fossil corals (Thomas et al., 2009). The similarity of these ages suggests that a massive iceberg discharge event occurred at ~138 kyr BP, and it marked the onset of penultimate deglaciation. Our new data may provide better chronological constraints on the climatic forcings and responses around the penultimate deglaciation and last interglacial period.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References

Dutton et al. (2015), *Science,* **349**., Kawamura, K., et al. (2007), *Nature*, **448**, 912-916., Fujita, S. et al. (2015), *Clim. Past.*,**11**, 1395-1416 ., Cheng, H. et al. (2009), *Science*, **326**, 248-252., Rhodes, R. H.et all. (2015), *Science*, **348**, 1016-1019., Severinghaus, J. P. et al., (2009), *Science*,**324**, 1431-1434., Thomas, A. L.et al. (2009), *Science*, **324**, 1186-1189., Wang, Y. et al. (2008), *Nature*, **451**, 1090-1093., Grant, K. M., et al. (2012), *Nature*, **491**, 744-747.

キーワード：南極、アイスコア、ドームふじ、退氷期、最終間氷期
Keywords: Antarctica, Ice core, Dome Fuji, deglaciation, The last interglacial

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstruction of Antarctic ice sheet dynamics in the Last Interglacial

*飯塚 睦[1]、関 宰[1]、板木 拓也[2]、入野 智久[1]、池原 実[4]、杉崎 彩子[2]、山本 正伸[1]、堀川 恵司[5]、菅沼 悠介[3]
*Mutsumi Iizuka[1], Osamu Seki[1], Takuya Itaki[2], Tomohisa Irino[1], Minoru Ikehara[4], Saiko Sugisaki[2], Masanobu Yamamoto[1], Keiji Horikawa[5], Yuusuke Suganuma[3]

1. 北海道大学、2. 産業技術総合研究所、3. 国立極地研究所、4. 高知大学海洋コア総合研究センター、5. 富山大学
1. Hokkaido university, 2. Geological Survey of Japan, 3. National Institute of Polar Research , 4. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 5. University of Toyama

Ongoing global warming could cause various problems in the future. One of the serious concerns is a sea level rise due to the melting of the ice sheet. Antarctic ice sheet, which hold a massive amount of fresh water was considered to be stable even if global warming progresses in the future. However, recent studies have shown that Antarctic ice sheet is more sensitive to global warming than previously thought. Therefore, it is an important to better understand extent to which Antarctic ice sheet is sensitive to global warming.

Study of past warm period proves an useful insight into the prediction of sea level rise in a future. Especially, Sea level in the last interglacial (MIS 5e), which was ~1˚C warmer than the preindustrial was estimated to be several meters higher than that of the present with the sudden and abrupt rises in sea level. This suggests significant loss of Antarctic ice sheet during MIS 5e. However, Antarctic ice sheet variability during the MIS 5e has been poorly understood. In this study, we reconstruct dynamics of Antarctic ice sheet during MIS 5e from the marine sediment core GC1407 collected from Dumont d'Urville Sea, East Antarctica (130.518˚E, 63.74˚S).

Interval of MIS 5e has been determined based on abundance of radiolaria in GC1407. Variability of iceberg discharge is reconstructed by measurement of iceberg rafted debris (IBRD) in sediments. IBRDs are found to be recognized only during MIS 5e. This suggests that the significant discharge of large icebergs possibly from Wilkes Land basin, East Antarctica happened only during warmer than present climate condition.

キーワード：南大洋、最終間氷期、南極氷床
Keywords: Southern Ocean, Last interglacial, Antarctic icesheet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋の表層水温から推測される鮮新世の温暖期のCO2濃度
Pliocene CO2 concentration estimated from Southern Ocean SST

*関 宰[1]、下野 智大[2]
*Osamu Seki[1], Tomohiro Shimono[2]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. 北海道大学大学院環境科学院
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. Guraduate School of Environmental Science

気候モデルによる将来の気温の変化量の予測は「気候感度」という値により決まる．ここで気候感度とは大気中CO_2濃度が2倍になった時の地表面温度の変化量である．そのため，気候感度の制約は将来の気温予測における核心部分であり，IPCCにおいても最大の焦点となっている．しかし，将来予測に適した気候感度制約のための多大な努力がなされてきたにも関わらず，CO_2倍増時の気候感度は2.0～4.5℃の範囲としか制約されておらず，不確実性が大きい．さらに，古気候データ解析から，気候感度は気候状態に依存することが明らかとなった．このことにより将来予測においては現在よりも温暖な気候状態における気候感度を知る必要性が生じ，過去の温暖期の研究に注目が集まっている．本研究では，現在より平均気温が2-3℃ほど高く，現在と境界条件が類似しているため将来気候の類型とされる鮮新世温暖期（300-450万年前）に着目し，経験的手法を用いて当時のCO_2濃度の高精度復元を行い，温暖な気候状態における気候感度を推定する．

キーワード：気候感度、鮮新世、二酸化炭素濃度
Keywords: Climate sensitivity, Pliocene, carbon dioxide concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lithogenic fluxes across a transect in the SW Indian Ocean since the last glacial inception

*Eri Helen Amsler[1], Walter Geibert[2], Gerhard Kuhn[2], Minoru Ikehara[3], Samuel Jaccard[1]

1. Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland, 2. Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany, 3. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Kochi, Japan

On glacial-interglacial time scale the Southern Ocean plays a prominent role in modulating climate by storing and redistributing heat, fresh water, carbon and nutrients globally. Atmospheric CO_2 is taken up by algae and sequestered in the deep ocean through the biological carbon pump. On the other hand, CO_2 is released back to the atmosphere through upwelling and vertical mixing [1]. The relative contribution of these two mechanisms controls the efficiency through which carbon can be sequestered in the ocean interior.

The effect of iron fertilization on biological productivity has previously been documented in the Atlantic and Pacific sectors of the Southern Ocean [2, 3]. During glacial periods higher input of Fe-bearing dust increased phytoplankton growth and carbon sequestration, thus leading to the drawdown of atmospheric CO_2, accounting for about half of the glacial-interglacial CO_2 amplitude [4].

Here we present ^{230}Th-normalized lithogenic fluxes in a set of marine sediment cores spanning a meridional transect in the Indian sector of the Southern Ocean further away from the Patagonian dust plume and show that increased Fe flux impacted export production patterns, contributing to the sequestration of carbon away from the atmosphere.

[1] Sigman, D. M., Boyle, E. A. (2000) Nature 407, 859-869.

[2] Martínez-Garcia, A., Sigman, D. M., Haojia, R., Anderson, R. F., Straub, M., Hodell, D. A., Jaccard, S. L., Eglinton, T. I., Haug, G. H. (2014) Science 343, 1347-1350.

[3] Lamy F., Gersonde, R., Winckler, G., Esper, O., Jaeschke, A., Kuhn, G., Ullermann, J., Martínez-Garcia, A., Lambert, F., Kilian, R. (2014) Science 343 (6169), 403-407.

[4] Hain, M. P., D. M. Sigman, and G. H. Haug (2010) Global Biogeochem. Cycles, 24, GB4023.
Please fill in your abstract text.

Keywords: Southern Ocean, Biological Pump

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MIS M2からの温暖化過程におけるRoss海から産出した珪藻化石群集の変化

Changes in composition of fossil diatoms from Ross Sea under gradual warming climate from MIS M2

*石野 沙季[1]、須藤 斎[2]、McKay Rob[3]、De Santis Laura[4]、Kluhanek Denise[5]、IODP Exp. 374乗船研究者 一同
*Saki Ishino[1], Itsuki Suto[2], Rob M. McKay[3], Laura De Santis[4], Denise K. Kluhanek[5], Expedition 374 Scientists

1. 産業技術総合研究所、2. 名古屋大学環境学研究科、3. Victoria University、4. Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale、5. Texas A&M University
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Department of Earth and Planetary Sciences Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Victoria University, 4. Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, 5. Texas A&M University

過去の温暖化過程において極域の環境にどのような変化が起きていたのかという古環境学的情報は，温暖化の将来予測を飛躍させる上で欠かせない．特に復元される南極の高緯度域の海洋環境は，marine based ice sheetの融解量の推測に影響するため，西南極氷床の変動史を解明する上で重要となる．南極海には珪質な殻を持つ珪藻の化石が多く保存されており，珪藻化石群集の解析から，過去の海氷被覆域や鉛直混合の強さなどの海洋環境を推定することができる．

国際深海科学掘削計画（IODP）Exp. 374では2018年1月から3月にかけてRoss海東部の大陸棚と大陸棚斜面などから海底堆積物コアの掘削を行った．大陸斜面から得られたコアの一つであるHole U1524A（74°13.05’S and 173°37.98’W, 2394 m water depth）は，Antarctic Bottom Waterが海底に流れる通り道に位置し，高解像度の鮮新世の海洋環境を記録した堆積物を有している．本発表では，氷期（MIS M2）から温暖化していく一連の環境の変化に焦点を当て，約3.3–3.0 Maの堆積物に含まれる珪藻殻量および珪藻化石群集組成，特に海氷指標種や鉛直混合の指標となりうる*Chaetoceros*属の休眠胞子化石，鮮新世に絶滅・種分化した種などの産出量変動から推定される古環境について報告する．

キーワード：珪藻、南大洋、古環境
Keywords: Diatom, The Southern Ocean, Paleoenvironment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geological insights into formation of Conrad Rise, Southern Ocean: Preliminary geological results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*佐藤 暢[1]、藤井 昌和[2,3]、松井 浩紀[4]、池原 実[4]
*Hiroshi Sato[1], Masakazu Fujii[2,3], Hiroki Matsui[4], Minoru Ikehara[4]

1. 専修大学経営学部、2. 国立極地研究所、3. 総合研究大学院大学、4. 高知大学海洋コア総合研究センター
1. School of Business Administration, Senshu University, 2. NIPR, 3. SOKENDAI, 4. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

Conrad Rise is one of plateaus situated at the Indian-sector of the Southern Ocean. Origin of the rise are considered to be a sort of the Large Igneous Provinces or hotspot. Previously Borisova et al. (1996) reported alkaline igneous rocks which have similar geochemical signature to the Kelgueren Plateau. However, detailed investigations have not been performed until our recent study. We performed geological and geophysical investigations during three R/V *Hakuho-maru* cruises, KH-10-7, KH-16-1, and KH-19-1. Particularly, we had five dredge operations during KH-10-7 and KH-19-1 cruises and obtained geological (and biological) materials that have important keys to understanding the origin and development of Conrad Rise. Geological materials collected during KH-10-7 cruise had already reported by Ishizuka et al. (2011), Sato et al. (2012), and Kobayashi et al. (2013). In this presentation, we report preliminary results of recovered geological and biological materials during KH-19-1 cruise.

Two dredge operations were performed during KH-19-1 Leg 2 (16 Jan to 12 Feb 2019). Dredge site KH-19-1D4 is situated at one of peaks of unnamed small knoll that is located north of Ob seamount. Approximately 50 kg of geological and biological materials including igneous rocks, metamorphic rocks, and deep-sea coral were recovered. Dredge site KH-19-1D5 is situated at north-south trending spur on the northern slope of Ob seamount. Approximately 50 kg of materials including igneous rocks, sedimentary rocks, metamorphic rocks, deep-sea coral, and living shell were recovered.

References
Borisova et al. (1996) *Geochemistry International* **34**(6) 503-517
Sato et al. (2012) JpGU meeting 2012, SCG66-09
Ishizuka et al. (2011) 2nd Symposium on Polar Science.
Kobayashi et al. (2013) 4th Symposium on Polar Science.

キーワード：コンラッドライズ、南大洋、KH-19-1航海
Keywords: Conrad Rise, Southern Ocean, KH-19-1 cruise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新たな古環境プロキシとしての黄金色藻シスト化石
Fossil chrysophyte cysts as a new paleoenvironmental proxy

*加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[1]
*Yuji Kato[1,2], Itsuki Suto[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 高知大学海洋コア総合研究センター（日本学術振興会 特別研究員）
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University (JSPS Research Fellowship for Young Scientists)

南大洋の堆積物からは，珪藻類に加えて，淡水藻類である黄金色藻が休眠期に形成する珪酸質のシスト化石が産出するが，これらの化石が持つ古海洋学的意義については未だ明らかになっていない．本研究では，黄金色藻シスト化石の古生物学的な基礎情報を取得するとともに，それらが新たな古環境指標となり得るか否かを検討するため，南大洋大西洋区で掘削されたボーリングコア試料DSDP Leg 71 Site 513およびODP Leg 113 Site 689のうち後期中新世から鮮新世（ca. 9–3 Ma）について微化石分析を行い，珪藻化石群集の変動および黄金色藻シスト化石の産出量変動を調べた．

その結果，黄金色藻シストの産出量変動は，Sites 513, 689ともに淡水珪藻の変動とよく似たパターンを示した．また，SEM観察では，淡水域から報告されているシストも確認された．したがって，これらの黄金色藻シスト化石は主に陸からの淡水の流れ込みを示唆していると考えられる．南大洋に流れ込む淡水は南極大陸の氷河・氷床の融氷水を起源とするため，南大洋における海底堆積物中の黄金色藻シスト化石の産出量変動は，地質時代に遡って南極大陸氷床の変遷史を解明するうえで有用なツールとなることが期待される．また，全球氷床量を反映するとされる底生有孔虫殻の酸素同位体比δ^{18}O値（Zachos et al. 2001）と黄金色藻シスト化石産出量の変動を比較したところ，全体としてδ^{18}O値が軽い値をとる（すなわち全球的に氷床量が少なくなっているとされる）時期に黄金色藻シスト化石の産出量は多くなっていた．このことも，上述の黄金色藻シスト化石と氷床量変動との関連をサポートしている．一方，Site 689の一部の層準（e.g. 4.4–3.3 Ma）では黄金色藻シストと海氷関連珪藻の多産が確認されたため，南大洋の海底堆積物に産出する黄金色藻シスト化石には，淡水起源のものだけでなく海氷起源のものも含まれている可能性が高い．今後，黄金色藻シスト化石の古海洋環境指標としての有用性を高めるために，分類学・生物地理学的研究の進展が望まれる．

キーワード：黄金色藻シスト、珪藻、南大洋、微化石
Keywords: chrysophyte cyst, diatom, Southern Ocean, microfossil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatiotemporal variability of surface mass balance along the JARE traverse route for 1991–2019

*津滝 俊[1]、本山 秀明[2,3]、阿部 彩子[1,4]、藤田 秀二[2,3]、川村 賢二[2,3,4]
*Shun Tsutaki[1], Hideaki Motoyama[2,3], Ayako Abe-Ouchi[1,4], Shuji Fujita[2,3], Kenji Kawamura[2,3,4]

1. 東京大学、2. 国立極地研究所、3. 総合研究大学院大学、4. 海洋研究開発機構
1. The University of Tokyo, 2. National Institute of Polar Research, 3. The Graduate University for Advanced Studies, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Satellite-based observations revealed the recent mass loss of the Antarctic ice sheet, and there is concern about its influence on sea level rise. Although significant mass loss has been reported in the West Antarctica, spatial and temporal variability of surface mass balance (SMB) is poorly understood in the East Antarctica where the ice volume is more than 10 times, due to complexity in snow accumulation in space and time, resulting in relatively large uncertainty to quantify ongoing and future mass loss from the Antarctic ice sheet. Therefore, it is crucial to accurately quantify SMB in East Antarctica. SMB has been measured along the traverse route between coastal area (S16) and the inland Dome Fuji region as a part of the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) since 1991. Net snow accumulation was measured by the stake method at approximately 500 points every 2 km. In this study, we re-evaluate spatial and temporal variability of SMB between S16 and Dome Fuji region during the period of 1991–2019. Uncertainty of the SMB measurements is discussed by the data obtained from stake farms and stake rows along the survey route. Spatiotemporal variability of SMB is discussed with surface slope of the ice sheet as well as wind speed and direction in order to evaluate the influence of surface topography and katabatic wind blowing on the ice sheet surface on snow accumulation.

キーワード：南極氷床、表面質量収支
Keywords: Antarctic ice sheet, Surface mass balance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica

*金丸 龍夫[1]、菅沼 悠介[2]、大岩根 尚[3]、三浦 英樹[2]、三浦 真[4]、奥野 淳一[2]、早川 秀章[5]
*Tatsuo Kanamaru[1], Yusuke Suganuma[2], hisashi Oiwane[3], Hideki Miura[2], Makoto Miura[4], Jun'ichi Okuno[2], Hideaki Hayakawa[5]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 国立極地研究所、3. 合同会社むすひ、4. 金沢大学、5. 東京大学宇宙線研究所
1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities & Sciences, Nihon University, 2. National Institute of Polar Research, 3. Musuhi LLC, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Kanazawa University, 5. Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo

Weathering processes in hyper-arid and hypothermal environments are key to our understanding of geomorphological processes and landscape evolution in Antarctica. Here, we explore the weathering of granitic rocks and the associated weathering products in the Sør-Rondane Mountains of East Antarctica, to obtain quantitative information regarding the physical and chemical weathering of granitic rocks in hyper-arid and hypothermal environments. Various petrological techniques, including whole-rock chemistry, loss on ignition measurement, mineral chemistry, laser-Raman microspectroscopy, in addition to color measurement and hardness test for the rock samples, were used to analyze the physical and chemical weathering of the rocks. These measurments reveal that the weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains of East Antarctica is controlled mainly by oxidation, including iron hydroxide formation in veins formed by the thermal expansion and contraction of rock-forming minerals, frost shattering and/or salt fretting, and Fe–Ti oxide alteration in the rock interior. Importantly, these physical and chemical weathering processes are unlikely to require a liquid water supply from the environment, and the restricted supply of liquid water and salt is the most probable explanation for the extremely slow weathering rates in the Sør-Rondane Mountains.

キーワード：南極、風化、酸化
Keywords: Antarctica, Weathering, oxidation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新学術研究「固体地球と氷床の相互作用」2年次研究報告
Summary of the 2nd Year Activities of the Project on the Interaction of the solid Earth and the Antarctic Ice Sheet:

*福田 洋一[1]、西島 潤[2]、風間 卓仁[1]、中村 和樹[3]、土井 浩一郎[4]、菅沼 悠介[4]、奥野 淳一[4]、新谷 昌人[5]、金田 平太郎[6]、青山 雄一[4]、三浦 英樹[4]
*Yoichi Fukuda[1], Jun Nishijima[2], Takahito Kazama[1], Kazuki Nakamura[3], Koichiro Doi[4], Yusuke Suganuma[4], Jun'ichi Okuno[4], Akito Araya[5], Heitaro Kaneda[6], Yuichi Aoyama[4], Hideki Miura[4]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2. 九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門、3. 日本大学 工学部 情報工学科、4. 国立極地研究所、5. 東京大学地震研究所、6. 千葉大学理学研究科
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Graduate School of Engineering, Kyushu University, 3. Faculty of Engineering, Nihon University, 4. National Institute of Polar Research, 5. ERI, University of Tokyo, 6. Graduate School of Science, Chiba University

科学研究費の新学術領域研究の１つとして、2017年度より「熱～水～物質の巨大リザーバ 全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床」（領域代表：川村賢二） が開始した(http://grantarctic.jp)。本領域は、5カ年のプロジェクトとして、南大洋研究と関連した3つの課題(A01-1～A01-3)、南極氷床に関連した２つの課題(A02-1～A02-2)、新たな探査方法に関連した課題(A03)、および、統合的モデリングに関連した課題(A04)の7つの計画研究からなり、南極氷床や南大洋が全球環境変動におよぼす影響のシステムとしての理解や将来予測などを目的に、「南極環境システム学」の創成をめざしている。

この内、南極氷床変動は、海水準上昇や海洋循環を通して全球的環境変動と密接に関係しており、将来環境予測にも不可欠な要因である。このため、従来からも地形学的・地質学的調査、測地観測や衛星データを利用した研究が進められているが、そこでの大きな誤差要因が氷床荷重に対する固体地球の粘弾性応答（Glacial Isostatic Adjustment: GIA）の不確定性にある。そこで、我々が担当する「A02-2:固体地球と氷床の相互作用」では、GIAをキーワードとし、GIAに関連した現場観測データが特に不足している昭和基地を含む東南極の露岩や沿岸地域で、地形・地質調査や絶対重力測定・測地観測などを重点的に実施し、衛星データや数値モデリングの結果と合わせ、GIAモデルの高精度化や過去の定量的な氷床変動史の復元により未来の全球的環境変動予測モデルの精度向上を目指している。

我々のこれまでの研究として、2017年度には、昭和基地周辺およびリュツォ・ホルム湾の複数の露岩地域での絶対重力測定やGNSS観測，地形調査や表面露出年代測定用試料の採取などを行っており、その概要についてはJpGU2018大会でも報告した。また、2018年度には、2017年度に取得したデータや資料の解析に加え、GIAのモデリング研究を進めるとともに、観測面では、トロール基地（ノルウェー）およびマイトリ基地（インド）において絶対重力測定を実施した。ポスター発表では、2018年の研究を中心に、我々の計画研究班によるこれまでの研究成果の概要について報告する。

なお、本研究は、JSPS科研費(17H06321)の助成を受けて実施したものである。記して謝意を表する。

キーワード：GIA、氷床変動、海面上昇、東南極
Keywords: Glacial Isostatic Adjustment, Ice sheet changes, Sea level rise, East Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Late Pleistocene to Holocene sea-level change in East Antarctica revealed by glacial isostatic adjustment modeling

*石輪 健樹[1]、奥野 淳一[1,2]、菅沼 悠介[1,2]、三浦 英樹[1,2]
*Takeshige Ishiwa[1], Jun'ichi Okuno[1,2], Yusuke Suganuma[1,2], Hideki Miura[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Antarctic Ice Sheet (AIS) is the most significant storage of freshwater in the Earth’ s surface and most concerned in considering future sea-level rise. Present studies attempt to assess the mass loss or gain in AIS using GNSS and satellite dataset. Moreover, past AIS variability should be considered to achieve the accurate present AIS change, since presently-observed vertical movement in Antarctica includes the effect of glacial-hydro isostasy due to past AIS variability. Glacial isostatic adjustment (GIA) modeling can provide sea-level histories in Antarctica following sea-level equation. Comparison of field-based sea-level records with predicted sea-level by GIA modeling is required to constraint past AIS histories, leading to the accurate prediction of future sea-level rise.
We document predicted sea-level change in East Antarctica by GIA modeling using several Antarctica ice-loading histories and also compare with previously reported observed sea-level records. Moreover, potential sites for future sampling to obtain observed sea-level records in East Antarctica will be presented by GIA modeling.

キーワード：南極氷床、Glacial Isostatic Adjustment
Keywords: Antarctic Ice Sheet, Glacial Isostatic Adjustment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An modeling study of Antarctic ice sheet of the Last Glacial Maximum and the last deglaciation

*小長谷 貴志[1]、阿部 彩子[1,2]、Greve Ralf[3]、齋藤 冬樹[2]
*Takashi Obase[1], Ayako Abe-Ouchi[1,2], Ralf Greve[3], Fuyuki SAITO[2]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 北海道大学低温科学研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Reconstructions indicate Antarctic ice sheet extent and volume were decreased during the last deglaciation. Sea level reconstruction of the Last Interglacial (LIG), after the penultimet deglaciation, indicate the volume of Antarctic ice sheet was smaller than the present interglacial. Climate reconstructions indicate surface temperature in the Antarctic continent and sea surface temperature in the Southern Ocean during the LIG were higher than the present interglacial. A transient climate simulation of the last deglaciation using MIROC suggests that this higher surface temperature in the Antarctic region is a result of weaker AMOC during the deglaciation and bipolar warming in the Southern Hemisphere.

In the present study, we utilize a 3-dimensional Antarctic ice sheet model (SICOPOLIS) to conduct quantitive assessment of the impact on retreat of Antarctic ice sheet during deglaciations. At first, the configuration of LGM Antarctic ice sheet is prepared using reconstructed climate and sea level changes, and is compared with reconstructions to verify the initial state of deglaciation. We will present preliminary results of Antarctic ice sheet changes of the last deglaciation using climate model outputs of the last deglaciation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of a coupled ice-sheet/earth rebound model for Antarctic ice-sheet simulation

*齋藤 冬樹[1]、阿部 彩子[2,1]、奥野 淳一[3]、小長谷 貴志[2]
*Fuyuki SAITO[1], Ayako Abe-Ouchi[2,1], Jun'ichi Okuno[3], Takashi Obase[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 国立極地研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3. National Institute of Polar Research

Feedback between changes in the ice-sheet and the earth's isostatic rebound is considered to be an important process for the evolution of the past ice-sheets in glacial cycles. We have been developing a coupled ice-sheet/earth rebound model which were applied for northern hemisphere ice sheet simulation during glacial/interglacial cycles. Earth rebound model is based on a self-gravitating visco-elastic multi-layer model developed by Okuno and Nakada (2001), while the ice-sheet model is IcIES (Abe-Ouchi 2013). The results are compared with the previous IcIES results which coupled with a simple isostatic model (i.e., a local lithosphere/relaxing asthenosphere) which is controled by two parameters (the mantle density and the time scale of isostatic response), in order to discuss the effect of more realistic visco-elastic structure of the earth.

キーワード：南極氷床、氷床モデル、固体地球モデル
Keywords: Antarctic ice sheet, ice sheet model, Earth rebound model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Polar amplifications in the past warm periods obtained from MIROC 4m AOGCM

*樋口 太郎[1]、阿部 彩子[1]、陳 永利[1]、シェリフ多田野 サム[1]
*Taro Higuchi[1], Ayako Abe-Ouchi[1], Wing-Le Chan[1], Sam Sherriff-Tadano[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmospheric and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

The Earth has experienced several warm periods (e.g., early Eocene and Cretaceous), which had warm climates, comparable to global warming prediction of near future due to rising CO2 concentration in the atmosphere. Paleoclimatic proxies indicate that the common characteristics of these periods are remarkable temperature amplifications in the high-latitude and polar region (Bice et al., 2003; Huber, 2008), resulting in small equator-to-polar temperature difference. However, simulations of warm periods climate using General Circulation Models tend to underestimate the polar amplifications than those suggested from geological records. The discrepancy between proxy data and climate models is one of the greatest challenges of warm climate study. Although it is important to consider the effects of the ocean circulation and vegetation feedback to reproduce the polar amplifications in the past warm periods, there were few studies using Atmosphere-Ocean coupled General Circulation Model (AOGCM). In this study, we simulate Present Day, early Eocene, and late Cretaceous climates with different CO2 levels using AOGCM MIROC 4m, additionally full-coupled with dynamic vegetation model, and get the climatology in full equilibrium with longer than 3000 years. The simulated temperatures of early Eocene and late Cretaceous experiments are compared with surface temperature reconstructions based on paleoclimatic proxies. We also investigate the difference of physical process to polar amplification between warm periods (early Eocene and late Cretaceous) and Present Day by using an energy flux analysis. Despite using the fully coupled model with paleo-configuration, the polar amplification in this study is not enough to fully reproduce proxy-indicated polar temperatures. This result implies that we need to re-verify model-performance to the polar climate in GCMs and physical feedback process to global warming due to rising greenhouse gasses in the atmosphere.

キーワード：極域気温増幅、古気候、大気海洋結合モデル
Keywords: polar amplification , paleoclimate, AOGCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using a coupled AOGCM to study the Antarctic climate of the mid-Pliocene warm period

*Wing-Le Chan[1], Ayako Abe-Ouchi[1,2]

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. National Institute of Polar Research

The mid-Pliocene warm period, 3.3-3.0 million years ago, was a period of sustained warmth before global cooling occurred and a shift to repeated glacial cycles. It was also the most recent time in the history of Earth when atmospheric carbon dioxide levels were similar to those of present day. The study of this period is thus of much importance, given the growing concerns over future climate change associated with anthropogenic emissions of greenhouse gases. In particular, ice coverage in West Antarctica, as well as in Greenland, reduced significantly and there is evidence to suggest a retreat of ice sheet in the coastal areas and in the Wilkes Subglacial Basin of East Antarctica during that time.

In this study, we use the mid-resolution MIROC4m coupled atmosphere-ocean general circulation model and apply ice sheet configuration, land-sea mask and biome distribution from PRISM3 data sets, as set forth in the latest, second phase of the Pliocene Model Intercomparison Project. We conduct a series of experiments, including those which look into a range of atmospheric carbon dioxide levels given the spread in values suggested by various sources of proxy data. We show the degree of warming over Antarctica and how the precipitation responds to changes in the moisture transport.

Keywords: Antarctica, Pliocene, modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CMIP5モデル結果解析による地球温暖化が海洋基礎生産に与える影響の定量的評価

CMIP5 model analysis of future changes in ocean net primary production by focusing on different response among the individual oceans and models

*岡 顕[1]、中村 有希[1]
*Akira Oka[1], Yuki Nakamura[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

地球温暖化の進行により、海洋では成層化、酸性化、貧酸素化などの変化が生じ、海洋生態系にも影響が及ぶことが指摘されている。モデルを用いた複数の先行研究によって、将来的に植物プランクトンによる全球の海洋基礎生産（NPP；net primary production）は減少することが示されている（Bopp et al., 2013）。そのメカニズムは、全球的な温暖化により海洋の成層が強化し、深海からの栄養供給が抑制されることで、海面に植物プランクトンが利用できる栄養が減少するためであると考えられている（Fu et al., 2016）。先行研究では主に栄養制限に焦点が当てられてきたが、実際には植物プランクトンの成長は温度・光・栄養の３要素が律速している。しかし、NPPを律速する温度・光・栄養制限のそれぞれの寄与を定量的に調べている研究は少ない。さらに、海洋基礎生産は将来的に減少する海域だけでなく増加する海域もあるにも関わらず、多くの研究が全球平均の議論に留まっており、海域ごとの研究も不十分である。本研究では、地球温暖化によるNPPの将来変化のメカニズムをCMIP5（Coupled Model Inter comparison Project Phase 5）モデルを用いて、海域ごとに定量的な評価を行なった。

キーワード：海洋基礎生産、地球温暖化、CMIP5モデル
Keywords: Ocean primary production, Global warming, CMIP5 model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷期に発生した数千年スケールの気候変動の要因分析
Factor analysis of the millennial time-scale climate variability in glacial periods

*三木 あかり[1]、阿部 彩子[2]、シェリフ多田野 サム[2]
*Miki Akari[1], Ayako Abe-Ouchi[2], Sam Sherriff-Tadano[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

It is well known that in the glacial periods, air temperature changed abruptly over the North Atlantic on millennial time-scale. It is also known that temperature changes over the Southern Ocean were opposite to the North Atlantic, called a bipolar seesaw relationship. It is suggested that changes in the strength of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) were closely related to such global climate changes.

In recent years, the idea that freshwater forcing causes the climate changes has been questioned. Spontaneous oscillations in AMOC can be reproduced by experiments using atmosphere-ocean coupled general circulation models (AOGCM). These studies proposed that oceanic feedbacks within the North Atlantic surface - subsurface ocean are important in inducing the spontaneous AMOC variabilities. However, the oscillation cycles shown in previous studies (Peltier and Vettoretti, 2014; Brown and Galbraith, 2016) are several hundred years, which are shorter compared to climate variabilities documented in ice core data. On the other hand, in experiments carried out with MIROC4m AOGCM under the medium glacial condition, millennial time-scale climate and AMOC variabilities are reproduced. Therefore, in this study, we analyze factors controlling the millennial time-scale climate variability obtained from MIROC4m AOGCM. Focusing on the fact that this oscillation cycle is close to the time-scale of the Southern Ocean and the bottom ocean circulation, we analyze the behavior of the Southern Ocean and the bottom ocean in detail, especially deeper than 2500 meters, in addition to oceanic feedback suggested by previous studies.

As a result, it is suggested that the density change at the bottom ocean, which is caused by changes in sea ice formation over the Southern Ocean, plays an important role in controlling the oscillation of AMOC on millennial time-scale.

キーワード：AMOC、氷期気候、大気海洋結合モデル
Keywords: AMOC, Glacial climate, AOGCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

First continuous profiler observation of wintertime Antarctic coastal polynya

*青木 茂[1]、小野 数也[1]、平野 大輔[1]、伊藤 優人[1]、野口 智英[2]、小澤 知史[2]
*Shigeru Aoki[1], Kazuya Ono[1], Daisuke Hirano[1], Masato Itoh[1], Tomohide Noguchi[2], Satoshi Ozawa[2]

1. 北海道大学、2. マリンワークジャパン
1. Hokkaido University, 2. Marine Works Japan

Antarctic coastal polynyas are the regions where sea ice forms vigorously, leading to supply of dense abyssal water for the global ocean. Monitoring the sea state of coastal polynyas especially in winter hence has global implications. To fully understand the development of water characteristics, capturing of the whole water column is required. However, the wintertime observations of seasonal ice zone such as polynya is not abundant so far, due to the severe and variable conditions of polar oceans.

To realize a near-realtime observation of water column in coastal polynya, we deployed a tethered profiling float over the whole winter in Cape Darnley polynya, East Antarctica (bottom depth of 230 m). The tethered float was manufactured by IHI Corporation, with a temperature and salinity sensor (SBE37 of Seabird Scientific) attached.

The float observation was successful in operation for more than eight months from Feb. 26 to Nov. 13, 2017. This float was designed to park at 150 dbar depth and to surface (upto 20 dbar when sea ice is supposed to exist) at 10-day interval. During this period, 26 profiles for the water column from 180 dbar to 20 dbar were obtained. The whole 160-dbar depth range was covered by nearly half of the 26 profiles, and the total ratio of depth coverage was 81%. Comparison with a current meter record nearby (one mile distance) revealed that the minimum depth achieved did not correlate with the current speed.

The obtained record clearly revealed a seasonal development of the whole water column. While relatively warm water initially remained in the water column, significant freshening occurred and temperature decreased to the freezing point throughout the column from March to April. Then salinity gradually increased to about 35 (150 dbar) in October, successfully covering the whole cycle of sea ice production. The layer near the parking depth (between 120 dbar and 180 dbar) was covered with much higher temporal resolution, showing variations of higher frequencies.

Although the satellite data transmission was not successful due to the battery shortage, signal transmission was successful at the preparation stage. A revision of this platform will enable the monitoring of seasonal ice zone in the polar oceans, to help filling the remaining gap of the global ocean monitoring array.

キーワード：ケープダンレー、係留式プロファイラー、係留系、南極
Keywords: Cape Darnley polynya, Tethered profiler, mooring, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Surface topography survey for bared rock and accumulated snow in Antarctica by Unmanned Aero Vehicle

*青山 雄一[1,2,3]、服部 晃久[2,3]、大石 猛[3,4]、土井 浩一郎[1,2,3]、野木 義史[1,2]
*Yuichi Aoyama[1,2,3], Akihisa Hattori[2,3], Hajime Oishi[3,4], Koichiro Doi[1,2,3], Yoshifumi Nogi[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 第59次南極地域観測隊、4. NEC
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. The 59th Japanese Antarctic Research Expedition, 4. NEC Networks & System Integration Corporation

In the last decade, Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) mission demonstrated an increase of surface mass in the Dronning Maud Land (DML), East Antarctica. Actually, snow accumulation has increased at Syowa Station located in DML, and its effect has been detected by superconducting gravimeter and GNSS measurements. For quantifying this effect, it is necessary to measure the distribution of the snow accumulation.
The distribution of the snow accumulation can be estimated from difference in accurate digital surface models (DSM) between the bared rock and the accumulated snow. These DSMs are derived from aerial photography byunmanned aerial vehicle (UAV) with structure from motion (SfM) analysis. In the activity of the 59th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE59) during Dec. 2017 - Dec. 2018, some aerial photography surveys were conducted with the fixed-wing small UAV, senseFly eBee plus, and with the rotary-wing drone, DJI Inspire 2 over Syowa Station. There is a report that the eBee plus, having dual-frequency GNSS receiver, enables to generate DSM precisely without ground control point (GCP). We evaluated the accuracy of such DSM by comparing with DSM computed with GCP. We also compared with the DSM computed from aerial photography by Inspire 2 which has single-frequency GNSS for evaluating the advantage of the dual-frequency GNSS tracking. The DSMs in Langhovde, Akarui Misaki, Rundvagshetta located around Lutzow-Holmbukta are also computed from aerial photography by eBee plus.

キーワード：無人航空機、未探査領域への挑戦
Keywords: Unmanned aerial vehicle, Challenges for unexplored frontiers

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋季節海氷域北限域における巨大係留系長期観測記録の解析
The analysis of long-term Mooring observation records in the northernmost area of seasonal sea ice zone in the Southern Ocean

*渡部 和帆[1]、溝端 浩平[1]、北出 裕二郎[1]
*Kazuho Watanabe[1], Kohei Mizobata[1], Yujiro Kitade[1]

1. 東京海洋大学
1. Tokyo University of Marine Science and Technology

南大洋子午面循環は、南大洋における子午面上の熱交換によって気候変動の安定性に寄与していると考えられているが、直接循環流を計測したような観測例は殆どない。そこで、子午面循環を含む南大洋での流動を捉えるために、東京海洋大学を主とした海洋物理南大洋観測グループによって係留観測が海鷹丸により実施された。

本研究では、季節海氷域北限域の南緯61度、東経110度の地点で、2017年1月8日から2018年1月8日の一年間にわたり実施された係留観測データを解析した。係留系には4台の流速計とADP、4台のCTD、6台の水温計が配備された。本研究では、係留観測記録と共に係留系の投入、回収時に海鷹丸より得られたCTD観測記録を合わせて解析した。

深度約400，900，1900，4000dbに取り付けられた流速計により得られたデータから、東西、南北成分の流速変動を解析したところ、30日から90日周期の変動が卓越することがわかった。次に、各層における年間の流れ場の変動を捉えるために進行ベクトル図を作成した。この図から、前述した数十日周期で回転する流れ場の変動の他に、年間を通して深度約400dbでは南向きの輸送が、下層の深度約4000dbでは東向きの輸送が捉えられた。AVISO/Altimetry配布の海面高度アノマリーから得た地衡流においても数十日周期の変動が卓越していること、ACCの流軸よりも測点が南に離れていることから、数十日周期で回転する流れ場は中規模渦と関連したものと考えられた。

また、各時間の流速の鉛直構造に注目したところ、南向きの流れが卓越している期間には、上層で約10cm/s、下層に行くにつれて弱まり、下層では約4cm/sの流れとなるシア流が見られた。この流速構造を14層の水温データの鉛直分布と比較した結果、南向きのシア流が卓越する期間に深度400db付近では水温が2.1℃以上に上昇する現象が見られた。

CTD観測による結果から、400db付近で捉えられた高温水は周極深層水（CDW）であると確認された。流速の南北成分と水温変動のラグ相関からCDWの貫入が水深400db付近における南下流の8日後に起こっていることが明らかとなった。7月から9月の冬季結氷期にも類似した現象が見られたが、南向きの流れは弱く400db付近での昇温も2℃以下に留まっていた。これらの結果から、CDWの南向きの輸送は、季節的に変化すること、また、中規模渦の影響を受けて変動していることが分かった。

キーワード：南大洋、子午面循環、係留観測、中規模渦
Keywords: Southern ocean, Meridional circulation, Mooring observation, Mesoscale-Eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2019年夏季のケープダンレー沖におけるクロロフルオロカーボンと六フッ化硫黄の観測結果速報

Preliminary observation report on chlorofluorocarbons (CFCs) and sulfur hexafluoride (SF_6) off the Cape Darnley in the summer of 2019

*大橋 良彦[1]、川合 美千代[1]、佐々木 建一[2]、熊川 小綾花[1]、田村 尚之[1]、大島 慶一郎[3]
*Yoshihiko Ohashi[1], Michiyo Yamamoto-Kawai[1], Kenichi Sasaki[2], Sayaka Kumakawa[1], Naoyuki Tamura[1], Kay I. Ohshima[3]

1. 東京海洋大学、2. 海洋研究開発機構、3. 北海道大学低温科学研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Antarctic Bottom Water (AABW) occupies the largest volume of water mass in the global ocean and its formation is a key process of global ocean circulation. Ohshima et al. (2013) found newly formed AABW off the Cape Darnley (Cape Darnley Bottom Water; CDBW). However, little is known about the circulation of CDBW and its time scale. To quantitatively understand the spread and circulation of CDBW, it is effective to use the chemical tracer such as chlorofluorocarbons (CFCs) and sulfur hexafluoride (SF_6). We carried out CTD observation and water sampling off the Cape Darnley in the summer of 2019. Water sampling was performed from ocean surface to the bottom at 16 Stations (along the Wild Canyon and its west). CFCs and SF_6 of the samples were measured by an analytical system developed at JAMSTEC based on Bullister and Wisegarver (2008). The concentrations of CFCs and SF_6 were significantly high near the surface (< 100 m) (CFC11 > 2.0 pmol kg^{-1}; CFC12 > 1.2 pmol kg^{-1}; SF_6 > 1.4 fmol kg^{-1}). They showed a minimum at depths of 800–1500 m and then increased to the bottom. The relatively high concentrations of CFCs and SF_6 near the bottom, together with the low temperature (< −0.4°C), reflects the spread of CDBW. At the presentation, we will discuss mean age and circulation of CDBW.

キーワード：南極底層水、ケープダンレー、化学トレーサー
Keywords: Antarctic Bottom Water , Cape Darnley, Chemical tracer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西南極アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量変動メカニズム
Mechanism of sea-ice production variation in Amundsen Sea Polynya

*二橋 創平[1]、峯 康太[1]、中田 和輝[2]
*Sohey Nihashi[1], Kouta Mine[1], Kazuki Nakata[2]

1. 苫小牧高専、2. リモート・センシング技術センター
1. National Institute of Technology, Tomakomai College, 2. RESTEC

沿岸ポリニヤでは膨大な量の熱が海洋から大気に奪われ、盛んに海氷が生産される。この結氷の際に大量の低温で高塩の高密度水が排出される。南極海のいくつかの沿岸ポリニヤでは、この高密度水が南極底層水の主なソースであることが示されている。冬季の沿岸ポリニヤは現場観測が非常に難しい海域であり、沿岸ポリニヤの形成・変動メカニズムはよくわかっていなかった。しかし10年ほど前から、人工衛星に搭載されるマイクロ波放射計による輝度温度を用いて沿岸ポリニヤ域を日毎に検出しそこでの薄氷厚を見積もるアルゴリズムが開発され、沿岸ポリニヤの詳細な分布と変動が分かるようになってきた (例: Tamura et al., 2007; 2008)。空間分解能の良いマイクロ波放射計AMSR-E (2003-2011) ならびにAMSR2 (2012-2017) によるデータ（空間分解能は約6 km）を用いることにより、より詳細な沿岸ポリニヤの空間分布が明らかになってきた。例えば南極海では、多くの沿岸ポリニヤが定着氷（岸や座礁した氷山にくっついて形成される動かない海氷域）の西側に存在しており、定着氷が沿岸ポリニヤの形成と変動に密接に関わっていることが示唆された (Nihashi and Ohshima, 2015; Nihashi et al., 2017)。西南極に存在するアムンゼンポリニヤは、南極海で３番目に海氷生産量が大きな沿岸ポリニヤであり、長く沖に張り出した定着氷の西側に形成される沿岸ポリニヤである。すぐ側に存在するスウェイツ氷河は、近年急激に融解していることが示唆されている (Rignot et al., 2008; Milio et al., 2019)。南極海でよく見られる沖に大きく張り出した定着氷の形成には、座礁した氷山が重要な役割を果たしている (Fraser et al., 2012)。氷山の起源は南極の氷河・氷床であり、これらの急激な融解は定着氷やさらには隣接して存在する沿岸ポリニヤの形成・分布にも影響を及ぼす可能性がある。

本研究では、アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量と気象データならびに定着氷の比較を行い、生産量の変動要因を調べた。海氷生産量はAMSR-EならびにAMSR2による日毎の薄氷厚を用いた熱収支計算から得られたもの (Nihashi and Ohshima, 2015; Nihashi et al., 2017) を用いた。定着氷もこれらの研究で薄氷厚と同じセンサーで月毎に検出されたものを用いた。AMSR-Eの期間に限られるが、薄氷の種類 (active frazilとthin solid ice) を考慮した改良型薄氷厚アルゴリズムによる生産量 (Nakata et al., 2019) も用いた。気象データはERA5を用いた。

日毎・月毎どちらのデータを用いても、海氷生産量は風速と比較的強い正の相関係数 (0.54-0.73) を示した。この比較での風速は単純な風速ではなく、風を１°ずつ360°投影したもののうち、最も相関係数が高くなるものを用いた。最も相関係数が高い風成分は、単純に陸地の沿岸線に対して沖（北）向きではなく、それより西寄りに向かう方向、すなわち陸地と定着氷で構成される沿岸線に対して沖向きの風速成分であった。この結果は、これまでAMSR-Eのみのデータを用いた解析 (Nihashi and Ohshima, 2015) を支持するものである。薄氷の種類を考慮した海氷生産量を用いた場合、最も相関係数が高くなる風成分は、active frazilが卓越する場合はより西向き（定着氷から吹いてくる）方向で、thin solid iceが卓越する場合はより北向き（大陸から吹いてくる）方向であった。またactive frazilは、陸地と定着氷の両方に沿って形成されるというよりは、定着氷沿いに形成されるケースが多いことが示された。冬季間（5–8月）で平均した気温，風速，定着氷の張り出しを用いて、海氷生産量に対する重回帰分析を行った。データ数は限られるが、R=0.77でこれらのパメータから生産量を説明することができた。この回帰直線を用いると、衛星データが存在する以前の海氷生産量を気象データからある程度再現できると考えられる。以上の結果は、アムンゼン海ポリニヤの形成・変動に定着氷が重要な役割を示唆しているものであり、今後も南極海の沿岸ポリニヤならびに定着氷を継続的にモニタリングしていくことは、気候変動の影響を理解していく上でも重要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：南極海、沿岸ポリニヤ、アムンゼン海ポリニヤ
Keywords: Antarctic Ocean, coastal polynya, Amundsen Sea Polynya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of thin ice thickness and discrimination of ice type from AMSR2 passive microwave data

*中田 和輝[1]、田丸 直也[1]、二橋 創平[2]、大島 慶一郎[3]
*Kazuki Nakata[1], Tamaru Naoya[1], Sohey Nihashi[2], Kay I. Ohshima[3]

1. 一般財団法人リモート・センシング技術センター、2. 苫小牧工業高等専門学校、3. 北海道大学低温科学研究所
1. Remote Sensing Technology Center of Japan, 2. National Institute of Technology, Tomakomai College, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Antarctic coastal polynyas (thin ice and/or low ice concentration area) are areas of high ice production due to huge heat loss to the atmosphere. Dense water formed by the high ice production is a significant source of Antarctic Bottom Water. Thin ice thickness algorithms that use satellite passive microwave data have been developed to detect coastal polynyas and estimates thin ice thickness on a daily timescale. In these algorithms, ice thickness of <20 cm is empirically estimated based on a negative correlation relationship between polarization ratio (PR) of brightness temperatures (TBs) and ice thickness (hi). However, the dispersion of the data points of PR-hi relationship was relatively large. Nakata et al. (2019) revealed that two thin ice types (active frazil and thin solid ice) cause this dispersion using AMSR-E data (2002-2011). They detected these ice types based on a PR-GR (Gradient Ratio) relationship. And thin ice thickness was estimated from PR-hi relationships for each ice type. This new thin ice algorithm can improve the accuracy of the thin-ice thickness estimation. In this study, we have examined whether this new algorithm can apply to data from AMSR2 which the successor of AMSR-E. The footprint size of AMSR2 is improved by about 85% from AMSR-E in spite of the frequency channels are the same. By adding AMSR2 data, thin-ice thickness, ice type, and ice production data set with a higher spatial resolution can be obtained from 2002 to the present.
We use TBs at 36 and 89 GHz from AMSR2 Level 1B data. The footprint sizes are 12 km ×7 km and 5 km × 3 km, respectively. Ice thickness for comparison with AMSR2 PR is derived from clear-sky thermal infrared images by MODIS with a spatial resolution of 1 km. Backscatter images acquired by C-band SAR (C-SAR) on the ESA’s Sentinel-1 satellite with a spatial resolution of 90 m are used to validate two thin ice types. We use these satellite data obtained at Ross Ice Shelf and Cape Darnley polynya areas.
AMSR2 PR-hi relationships for two ice types differs clearly as in Nakata et al. (2019). We estimate ice thickness using lines that best fit into the AMSR-E PR-hi relationships (Nakata et al., 2019) using AMSR2 data. And then, mean bias and root-mean-square error (RMSE) of the data points from the lines are calculated. The errors are slightly larger than the cases of AMSR-E data. When ice thickness is <10 cm, mean bias and RMSE for active frazil are -2.0 and 1.0 cm, respectively, while those for thin solid ice are -6.2 and 9.8 cm, respectively. For ice thickness of 10-20 cm (only for thin solid ice), the bias and RMSE are -5.9 and 9.9 cm, respectively. We also have confirmed that two ice types can be detected using AMSR2 data by a method for AMSR-E data proposed by Nakata et al. (2019). The results of this study indicate that the new thin ice algorithm for AMSR-E data can apply to the AMSR2 data.

キーワード：薄氷厚、アイスタイプ、AMSR2、沿岸ポリニヤ
Keywords: Thin ice thickness, Ice type, AMSR2, Coastal polynya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[M-IS14] 南大洋・南極氷床が駆動する全球気候変動

コンビーナ:関 宰(北海道大学低温科学研究所)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、植村 立(琉球大学　理学部)、真壁 竜介(国立極地研究所)

熱・水・物質の巨大リザーバである南大洋と南極氷床は、長期の全球気候変動の中心的役割を果たしている可能性がある。この「南大洋・南極氷床システム」を構成するサブシステムとしては，氷床と海の相互作用の場である棚氷、そこから流出する氷山、大きな季節変動をする海氷、海洋熱塩循環を駆動する南極底層水，活発な生物生産，そして3大大洋を連結する南極周極流などがあり、これらのサブシステムは相互に連動しながら地球規模の環境変動に重大な影響を与えていると考えられている。本セッションは、地球規模の環境変動を正確に理解するために必要不可欠である過去から現在に至る南極氷床変動、南大洋海洋循環、南大洋生態系変動に焦点を絞り、各サブシステムの挙動や相互作用に関する様々な分野の最新の観測やシミュレーション結果、新たな研究観測の提案等を総括的に議論し、“南極氷床”と”南大洋”に関わる分野融合研究を推進する場とする。

[MIS14-P01] 低塩の海氷融解水がアイスアルジーの生物量と組成に与える影響

*髙橋 啓伍[1]、真壁 竜介[2,3]、高尾 信太郎[2,3]、小達 恒夫[2,3]、茂木 正人[1,2] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学)

[MIS14-P02] Effects of lugol’s fixtation on preservation of samples for carbon and nitrogen stable isotope and molecular analyses

*佐野 雅美[1]、真壁 竜介[1,2]、山本 あゆ[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P03] 南大洋生態系研究への環境DNAの導入

*立花 愛子[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P04] アメリ―棚氷沖におけるフラジルアイスと高生物量の同時発生過程

*町村 典彦[1]、大島 慶一郎[2]、中田 和輝[3]、伊藤 優人[2]、深町 康[2,4]、真壁 竜介[5]、高尾 信太郎[5]、二橋 創平[6] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学低温科学研究所、3.リモート・センシング技術センター、4.北海道大学北極域研究センター、5.国立極地研究所、6.苫小牧工業高等専門学校)

[MIS14-P05] 南大洋ビンセネス湾沖における端脚類*Themisto gaudichaudii*の摂餌生態

*松下 隼士[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1] (1.東京海洋大学、2.国立極地研究所)

[MIS14-P06] 南大洋の季節海氷域における亜表層クロロフィル極大の時系列観測

*影沢 歩友子[1]、佐野 雅美[2]、高尾 信太郎[1,2]、真壁 竜介[1,2]、溝端 浩平[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[2] (1.総合研究大学院大学、2.極地研究所、3.東京海洋大学、4.創価大学)

[MIS14-P07] 東南極における大気硫酸の硫黄安定同位体組成の季節変動と大気硫黄循環への示唆

*石野 咲子[1]、服部 祥平[1]、Joel Savarino[2]、Michel Legrand[2]、Susanne Preunkert[2]、Bruno Jourdain[2]、Francis Albarede[3]、Emmanuelle Albalat[3]、吉田 尚弘[1,4] (1.東京工業大学物質理工学院応用化学系、2.グルノーブル大学/CNRS、環境地球科学研究所、3.リヨン高等師範学校（LGL-TPE）、4.東京工業大学地球生命研究所)

[MIS14-P08] 南極ドームふじ氷床コアの大気組成からみるターミネーション2の気候変動

*大藪 幾美[1,2]、川村 賢二[1,3,4]、北村 享太郎[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.日本学術振興会、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P09] Reconstruction of Antarctic ice sheet dynamics in the Last Interglacial

*飯塚 睦[1]、関 宰[1]、板木 拓也[2]、入野 智久[1]、池原 実[4]、杉崎 彩子[2]、山本 正伸[1]、堀川 恵司[5]、菅沼 悠介[3] (1.北海道大学、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所、4.高知大学海洋コア総合研究センター、5.富山大学)

[MIS14-P10] 南大洋の表層水温から推測される鮮新世の温暖期のCO2濃度

*関 宰[1]、下野 智大[2] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院)

[MIS14-P11] **Lithogenic fluxes across a transect in the SW Indian Ocean since the last glacial inception**

*Eri Helen Amsler[1]、Walter Geibert[2]、Gerhard Kuhn[2]、Minoru Ikehara[3]、Samuel Jaccard[1] (1.Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland、2.Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany、3.Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Kochi, Japan)

[MIS14-P12] MIS M2からの温暖化過程におけるRoss海から産出した珪藻化石群集の変化

*石野 沙季[1]、須藤 斎[2]、McKay Rob[3]、De Santis Laura[4]、Kluhanek Denise[5]、IODP Exp. 374乗船研究者 一同 (1.産業技術総合研究所、2.名古屋大学環境学研究科、3.Victoria University、4.Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale、5.Texas A&M University)

[MIS14-P13] Geological insights into formation of Conrad Rise, Southern Ocean: Preliminary geological results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*佐藤 暢[1]、藤井 昌和[2,3]、松井 浩紀[4]、池原 実[4] (1.専修大学経営学部、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS14-P14] 新たな古環境プロキシとしての黄金色藻シスト化石

*加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.高知大学海洋コア総合研究センター（日本学術振興会 特別研究員）)

[MIS14-P15] Spatiotemporal variability of surface mass balance along the JARE traverse route for 1991−2019

*津滝 俊[1]、本山 秀明[2,3]、阿部 彩子[1,4]、藤田 秀二[2,3]、川村 賢二[2,3,4] (1.東京大学、2.国立極地研究所、3.総合研究大学院大学、4.海洋研究開発機構)

[MIS14-P16] The weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica

*金丸 龍夫[1]、菅沼 悠介[2]、大岩根 尚[3]、三浦 英樹[2]、三浦 真[4]、奥野 淳一[2]、早川 秀章[5] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.国立極地研究所、3.合同会社むすひ、4.金沢大学、5.東京大学宇宙線研究所)

[MIS14-P17] 新学術研究「固体地球と氷床の相互作用」2年次研究報告

*福田 洋一[1]、西島 潤[2]、風間 卓仁[1]、中村 和樹[3]、土井 浩一郎[4]、菅沼 悠介[4]、奥野 淳一[4]、新谷 昌人[5]、金田 平太郎[6]、青山 雄一[4]、三浦 英樹[4] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門、3.日本大学 工学部 情報工学科、4.国立極地研究所、5.東京大学地震研究所、6.千葉大学理学研究科)

[MIS14-P18] Late Pleistocene to Holocene sea-level change in East Antarctica revealed by glacial isostatic adjustment modeling

*石輪 健樹[1]、奥野 淳一[1,2]、菅沼 悠介[1,2]、三浦 英樹[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS14-P19] An modeling study of Antarctic ice sheet of the Last Glacial Maximum and the last deglaciation

*小長谷 貴志[1]、阿部 彩子[1,2]、Greve Ralf[3]、齋藤 冬樹[2] (1.東京大学大気海洋研究所、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P20] Development of a coupled ice-sheet/earth rebound model for Antarctic ice-sheet simulation

*齋藤 冬樹[1]、阿部 彩子[2,1]、奥野 淳一[3]、小長谷 貴志[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所、3.国立極地研究所)

[MIS14-P21] Polar amplifications in the past warm periods obtained from MIROC 4m AOGCM

*樋口 太郎[1]、阿部 彩子[1]、陳 永利[1]、シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P22] Using a coupled AOGCM to study the Antarctic climate of the mid-Pliocene warm period

*Wing-Le Chan[1]、Ayako Abe-Ouchi[1,2] (1.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo、2.National Institute of Polar Research)

[MIS14-P23] CMIP5モデル結果解析による地球温暖化が海洋基礎生産に与える影響の定量的評価

*岡 顕[1]、中村 有希[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P24] 氷期に発生した数千年スケールの気候変動の要因分析

*三木 あかり[1]、阿部 彩子[2]、シェリフ多田野 サム[2] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS14-P25] First continuous profiler observation of wintertime Antarctic coastal polynya

*青木 茂[1]、小野 数也[1]、平野 大輔[1]、伊藤 優人[1]、野口 智英[2]、小澤 知史[2] (1.北海道大学、2.マリンワークジャパン)

[MIS14-P26] Surface topography survey for bared rock and accumulated snow in Antarctica by Unmanned Aero Vehicle

*青山 雄一[1,2,3]、服部 晃久[2,3]、大石 猛[3,4]、土井 浩一郎[1,2,3]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.第59次南極地域観測隊、4.NEC)

[MIS14-P27] 南大洋季節海氷域北限域における巨大係留系長期観測記録の解析

*渡部 和帆[1]、溝端 浩平[1]、北出 裕二郎[1] (1.東京海洋大学)

[MIS14-P28] 2019年夏季のケープダンレー沖におけるクロロフルオロカーボンと六フッ化硫黄の観測結果速報

*大橋 良彦[1]、川合 美千代[1]、佐々木 建一[2]、熊川 小綾花[1]、田村 尚之[1]、大島 慶一郎[3] (1.東京海洋大学、2.海洋研究開発機構、3.北海道大学低温科学研究所)

[MIS14-P29] 西南極アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量変動メカニズム

*二橋 創平[1]、峯 康太[1]、中田 和輝[2] (1.苫小牧高専、2.リモート・センシング技術センター)

[MIS14-P30] Estimation of thin ice thickness and discrimination of ice type from AMSR2 passive microwave data

*中田 和輝[1]、田丸 直也[1]、二橋 創平[2]、大島 慶一郎[3] (1.一般財団法人リモート・センシング技術センター、2.苫小牧工業高等専門学校、3.北海道大学低温科学研究所)

低塩の海氷融解水がアイスアルジーの生物量と組成に与える影響
Preliminary study on the effect of low-salinity ice melting water on biomass and composition of ice algae

*髙橋 啓伍[1]、真壁 竜介[2,3]、高尾 信太郎[2,3]、小達 恒夫[2,3]、茂木 正人[1,2]
*Keigo Takahashi[1], Ryosuke Makabe[2,3], Shintaro Takao[2,3], Tsuneo Odate[2,3], Masato Moteki[1,2]

1. 東京海洋大学、2. 国立極地研究所、3. 総合研究大学院大学
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research, 3. The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI)

Upon sea ice melting ice algae are subject to low salinity water, sometimes nearly freshwater, while sea ice produces a brine (high salinity). Certain taxa of ice algae, primarily diatom, increase in cell number after released in water column (seeding). Since lower salinity water deteriorates photosynthetic efficiency of ice algae, such a variability of salinity is likely to influence seeding of ice algae during melting season. However, it is not clear how biomass, abundance, composition and mortality of ice-algal community changes under different salinity conditions. To further understand the mechanism for seeding of ice algae, we conducted a shipboard experiment in the Indian Sector of the Southern Ocean during austral summer.

We collected pack ice and surface seawater in the ice edge (65º17.9’ S, 109º40.9’ E) on January 16th, 2019 during the 22nd Antarctic voyage by the training vessel *Umitaka-maru*. Sea ice was melted with different volume of filtered seawater (moderate salinity: 10.0 kg ice+90 L filtered sea water, FSW, low salinity: 8.6 kg ice+10 L FSW) to simulate different final salinity (moderate: 30.05, low: 18.00). We incubated the algal communities in seawater and two types of sea-ice melting water (moderate and low salinity conditions) under a natural light condition for 24 hours, with temperature maintained by a circulating surface seawater. Before and after the incubation, we obtained chlorophyll *a* concentration (bulk and size-fraction), Lugol-fixed samples for microscopic analysis and cell viability (live or dead).

After 24 hours, <10 μm size class of ice-algal communities in both moderate and low salinity conditions showed a significant difference in the ratio of chlorophyll *a* concentration (chl *a* fin. /chl *a* ini.) relative to the bulk and >10 μm size class (Tukey-Kramer test, Fig.). The ratio of chl *a* (mean±SD, *n*=3) in this size class was highest (moderate: 2.1±0.1, low: 1.8±0.2) among the samples. This suggests that algal community of <10 μm have an ability to acclimate to low salinity water. This study discussed the changes in species composition and abundance of the algal communities as well.

キーワード：南大洋、アイスアルジー、植物プランクトン
Keywords: The Southern Ocean, Ice algae, Sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

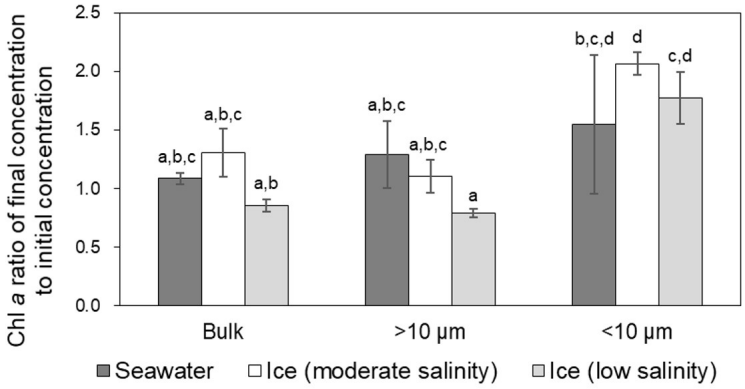


Fig. The final chlorophyll *a* concentration of bulk and size-fractionated samples relative to the initial concentration of seawater and two types of ice (moderate and low salinity). The same letters indicate no significant difference at the p=0.05 level (Tukey-Kramer test).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of lugol’s fixtation on preservation of samples for carbon and nitrogen stable isotope and molecular analyses

*佐野 雅美[1]、真壁 竜介[1,2]、山本 あゆ[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[1,2]
*Masayoshi Sano[1], Ryosuke Makabe[1,2], Ayu Yamamoto[3], Norio Kurosawa[4], Masato Moteki[2,3], Tsuneo Odate[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 東京海洋大学、4. 創価大学
1. National Institute of Polar Research, 2. The Graduate University for Advanced Studies, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Soka University

Recently, carbon and nitrogen stable isotope analysis and molecular analysis are commonly used as powerful tools in marine ecological studies including sediment trap experiments. In the southern ocean ecosystem studies, moored sediment trap samples are important to obtain information all-year around including winter season when we cannot observe directly by research vessels. Usually, collecting cups of sediment traps were filled with formalin for preventing degradation of samples during deployment periods, but formalin fixtation is not suitable for those analyses because of crosslinking and fragmantation of DNA and alteration of carbon stable isotope. On the other hand, lugol’s iodine solution is commonly used as fixatives of microzooplankton and phytoplankton samples, but its usefulness as a long term preservative of samples for stable isotope analysis and molecular analysis is still not examined. In this study, we compared carbon and nitrogen stable isotope ratios of zooplankton samples fixed by lugol’s iodine solution and other methods over 6 months and extract DNA from lugol fixed samples after 16 months preservation for examining the usefulness of lugol’s iodine solution. Samples were collected by ORI net during a cruise of training vessel *Umitaka-maru* in 2017. Collected samples were fixed by 5%, 10% lugol’s iodine seawater solution or 5% buffered formalin seawater or frozen at -80˚C on board. Samples were sorted after 1 week, 1 month, 3 months and 6 months preservation and used for stable isotope analysis. DNA was extracted from samples after 16 months preservation and amplified by PCR. In most cases, carbon stable isotope ratios were significantly different between formalin fixed samples and other samples after 1 week preservation. Nitrogen stable isotope ratios were also significantly different between formalin fixed samples and other samples after 1 month preservation. There are no significant differences in carbon and nitrogen stable isotope ratios between samples fixed by 10% lugol solution and frozen samples in all the periods. Amplification of DNA extracted from lugol fixed samples was detected by a gel electrophoresis. Thus, lugol’s fixtation is considered to be suitable for long term preservation of samples for both stable isotope analysis and molecular analysis.

キーワード：動物プランクトン、セジメントトラップ、安定同位体比、DNA、固定法
Keywords: Zooplankton, Sediment trap, Stable isotope ratio, DNA, Fixation method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋生態系研究への環境DNAの導入
The application of environmental DNA for the monitoring of Antarctic marine ecosystem

*立花 愛子[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1]
*Aiko Tachibana[1], Ryosuke Makabe[2], Masato Moteki[1]

1. 東京海洋大学、2. 国立極地研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research

生物の群集構造および多様性のモニタリングは、地球規模の気候変動に対する南極の海洋生態系変動への影響を理解するために不可欠である。従来のバイオモニタリング手法は、対象生物に応じた様々なサンプリング法と形態学に基づく同定を基に行われており、時間やコストだけでなく高度な専門知識を要してきた。今後、急速に変化する気候変動に対し、南大洋生態系へ及ぼす影響を明らかにするためには、生物群集の時空間的変動を迅速に理解するための効率的かつ効果的なツールが必要であると考えられる。環境DNA - 生物によって土、堆積物、水などの環境サンプルに落とされた細胞や組織から抽出されたゲノム物質 - は海洋の生物多様性と群集組成を迅速に評価することが可能なツールとして近年注目されている。本研究では、南大洋生態系研究の新たなモニタリングツールとして環境DNAを導入し、より高度な解像度での生物多様性と群集構造の把握を目指した。環境DNAの採集は2019年1月の東京海洋大学の練習船「海鷹丸」による南大洋航海において、東南極ウィルクスランド沖の110°E上にて行った。採水は40～65°Sの表層から深層の各層において行われ、計189サンプル得た。これらのサンプルからDNAベースの生物多様性データを作成し、南洋における後生動物の遺伝的多様性の包括的な分析を行う。本発表ではeDNA観測の概要と予備実験の結果を示すと共に、今後の分析計画についても議論する。

キーワード：環境DNA、南大洋、生物多様性
Keywords: Environmental DNA, Southern Ocean, biodiversity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アメリー棚氷沖におけるフラジルアイスと高生物量の同時発生過程
Coincidental occurrence process of frazil ice and high biomass off Amery Ice Shelf

*町村 典彦[1]、大島 慶一郎[2]、中田 和輝[3]、伊藤 優人[2]、深町 康[2,4]、真壁 竜介[5]、高尾 信太郎[5]、二橋 創平[6]
*Yoshihiko Machimura[1], Kay I. Ohshima[2], Kazuki Nakata[3], Masato Ito[2], Yasushi Fukamachi[2,4], Ryosuke Makabe[5], Shintaro Takao[5], Sohey Nihashi[6]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学低温科学研究所、3. リモート・センシング技術センター、4. 北海道大学北極域研究センター、5. 国立極地研究所、6. 苫小牧工業高等専門学校
1. Graduate School of Environmental Sciences, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Remote Sensing Technology Center of Japan, 4. Arctic Research Center, Hokkaido University, 5. National Institute of Polar Research, 6. National Institute of Technology, Tomakomai College

南極沿岸は南大洋で最も生物生産が盛んな領域として知られ、全球規模の炭素循環や生態系に多大な影響を与えていると考えられている。また、衛星可視光データを用いた一次生産量推定では南極沿岸の生物生産は海氷融解期に当たる12 月から1 月にかけて最大となり、再結氷期に当たる2 月から3 月にかけて大きく減少すると報告されている(Arrigo et al., 2015)。しかし近年、この2 月から3 月の南極沿岸で生物量の非常に高い領域が存在しているとの報告が、衛星・現場双方の観測から挙げられている(Lieser et al., 2015、DeJong et al., 2018)。この晩夏に観測される高い生物量はフラジルアイスを伴って発生していることが特徴である。海色衛星データを用いたクロロフィル量推定アルゴリズムにおいては、海氷による反射光へのコンタミを除去するためマスクがかけられてしまう。このため、このフラジルアイスを伴う生物量は見逃されていた。このフラジルアイスと同時に観測される高い生物量はCO_2 シンクとしても大きく寄与している可能性があり、この現象の発生過程を解明することの価値は極めて高いといえる。

本研究ではまず、2003 年から2011 年の2 月と3 月のケープダンレーおよびアメリー棚氷沖の海域を対象とし、対象期間中に取得されたすべてのMODIS の表面反射率データのうち雲の影響の少ないものから生物量の指標となるグリーンインデックスを算出した。次にNakata et al. (2019) によって開発されたAMSR マイクロ波放射計による海氷タイプ識別アルゴリズムを用いてフラジルアイス出現海域を同定した。両者の解析を比較したところ、対象領域における生物量とフラジルアイスの空間的・時間的な分布に高い一致があることが明らかになった。特にアメリー棚氷沖およそ50km(南緯68.2 度) の領域において、生物量とフラジルアイスはともに分布のピークがあることが明らかになった。これまでフラジルアイスは沿岸ポリニヤ過程により岸より発生すると考えられていたが、3 月のアメリー棚氷沖においては岸より離れた所を中心に発生するという点も予測を超える結果であった。

このような岸や氷縁から離れた領域でフラジルアイスを発生させる要因として棚氷水(ISW: Ice Shelf Water)を考えた。バイオロギングで得られた水温塩分データを見ると、一部ポテンシャル過冷却となっているISW とみられる低温の水塊が棚氷フロントから南緯68.3 度までは深さ250～400m に存在しているが、その水塊が沖へ向かうに従い徐々に上昇し、南緯68.2 度付近では表層にまで達していることがわかった。棚氷の沖では、沖合50～100km にまでISWが流出し、フラジル(プレートレット) アイスが海中で生成されることは他の研究で報告されている(Dieckmann et al., 1986、Hughes et al., 2013)。

以上の解析結果をまとめると、アメリー棚氷沖における高い生物量を伴ったフラジルアイス生成は以下のプロセスによると推定される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1. アメリー棚氷フロントからISW が流出する。

2. ISW は北上する過程で、水中で過冷却に達してフラジルアイスを生成する。

3. そのフラジルアイスは生成され次第浮上するが表層が結氷温度に達していない南緯68.3 度以南では水中で融解してしまい、68.2 度以北で初めて表層に現れる。

4. フラジルアイスが表層に浮上する過程でプランクトンをトラップして表層に運ぶ。同時に棚氷由来の鉄がブルーミングを促し、生物量を増加させる。

今回提案されたプロセスは他の棚氷沖でも生じている可能性があり、実際にロス棚氷沖周辺でも晩夏に高い生物量が報告されている。今後は、今回提案されたアメリー棚氷沖でのプロセスの詳細を観測も交えて明らかにするとともに、このプロセスが全南極で周極的に起こりうるか、もしそうならば、そのCO_2 シンクとしての寄与はどの程度の規模になるのか、明らかにすべきであると考える。

キーワード：海氷、ポリニヤ、棚氷水、リモートセンシング、生物生産
Keywords: sea ice, polynya, ice shelf water, remote sensing, biological production

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋ビンセネス湾沖における端脚類*Themisto gaudichaudii*の摂餌生態
Feeding habit of the Antarctic amphipod *Themisto gaudichaudii*of Vincennes Bay (East Antarctica) during austral summer

*松下 隼士[1]、真壁 竜介[2]、茂木 正人[1]
*Junji Matsushita[1], Ryosuke Makabe[2], Masato Moteki[1]

1. 東京海洋大学、2. 国立極地研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. National Institute of Polar Research

ナンキョクオキアミと同様に食物網をつなぐマクロ動物プランクトンとして，端脚類が挙げられる。端脚類は高次捕食者の重要な摂餌対象とされる一方，肉食者として動物プランクトンを捕食するため，植食者や粒子食者とされるオキアミ類と食段階が異なる。南大洋で広く分布する端脚類*Themisto gaudichaudii*は，海域によりマクロ動物プランクトンの最優占種となることもある。食性は日和見的な肉食者とされ，実際に消化管内容物からはカイアシ類やオキアミ類，サルパ類といった様々な動物プランクトンが観察されている。南大洋ではオキアミ類を対象とした生態系研究が活発に行われてきた一方，端脚類に関する研究は少なく，特にインド洋セクターでは充分な知見が得られていない。これらの観点より本研究では*T. gaudichaudii*の消化管内容物解析から，インド洋セクターにおける夏季の摂餌生態を明らかにすることを目的とした。*T. gaudichaudii*は，第22次海鷹丸南極海航海（2019年1月）において，南大洋ビンセネス湾沖西経110度ラインに沿った観測点7点で採集され，消化管内容物の解析に供した。また，飼育により採取した糞粒から解析結果を補足した。本発表では，*T. gaudichaudii*の摂餌生態を調べることで，インド洋セクター生態系における端脚類の役割を考察する。

キーワード：南大洋、マクロ動物プランクトン、端脚類
Keywords: The Southern Ocean, Macrozooplankton, Amphipod

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋の季節海氷域における亜表層クロロフィル極大の時系列観測
Time-series observation of subsurface chlorophyll *a* maximum in the seasonal ice zone of the Southern Ocean

*影沢 歩友子[1]、佐野 雅美[2]、高尾 信太郎[1,2]、真壁 竜介[1,2]、溝端 浩平[3]、黒沢 則夫[4]、茂木 正人[2,3]、小達 恒夫[2]
*Ayuko Kagesawa[1], Masayoshi Sano[2], Shintaro Takao[1,2], Ryosuke Makabe[1,2], Kohei Mizobata[3], Norio Kurosawa[4], Masato Moteki[2,3], tuneo Odate[2]

1. 総合研究大学院大学、2. 極地研究所、3. 東京海洋大学、4. 創価大学
1. The Graduate University for Advanced Studies, 2. National Institute of Polar Research, 3. Tokyo University of Marine Science and Technology, 4. Soka University

A persistent subsurface chlorophyll *a* maximum (SCM) is often found during the summer-fall season after the ice-edge bloom in the seasonal ice zone of the Southern Ocean, so that SCM would be considered important for biogeochemical cycling through the lower trophic levels. The relevant studies, however, have been qualitative in nature. This study aimed to reveal the dynamics and ecological role of the SCM in the seasonal ice zone.
We carried out Lagrangian observations using a drifter with two time-series sediment traps, an Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) and four sensor flames (Fig. 1). The drifter was deployed at 63.5˚S, 110.0˚E in January 14th 2019, and 5-day continuous observation was performed. In the vicinity of the drifter, 4 ship-based observations including net sampling and CTD casts were made until the drifter was recovered. Physical environments were measured by CTD, and sea water samples were collected for measurements of chlorophyll *a* (chl. *a*) concentration, nutrients, particle organic carbon, dissolved organic carbon, abundance of phytoplankton, micro-zooplankton, bacteria and nano-/pico-phytoplankton. We also conducted an incubation experiment for determining net primary production.
The temperature minimum layer, found between 37 and 52 m depth, decreased from -0.82 ºC to -1.28 ºC during the study period. The maximum chl. *a* concentration (1.0-2.0 μg/l), comparable to that in typical ice edge blooms, was observed at 40 m depth (Fig. 2). Such a high chl. *a* concentration might have important roles for food web and for material cycling. We will discuss especially on phytoplankton dynamics showing results of microscopic and chemical analyses.

キーワード：亜表層クロロフィル極大、南大洋
Keywords: subsurface chlorophyll a maximum , the Southern Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

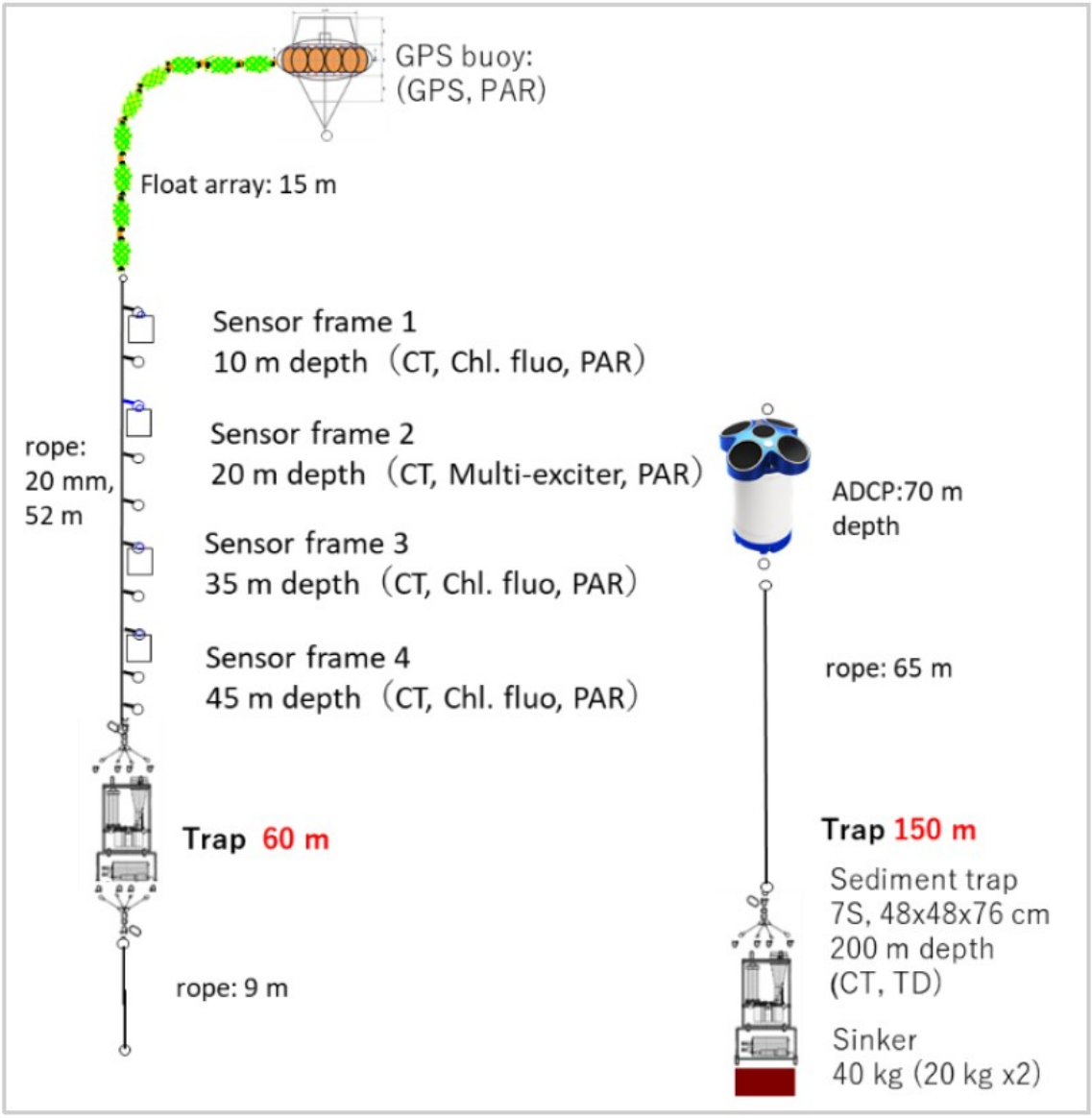
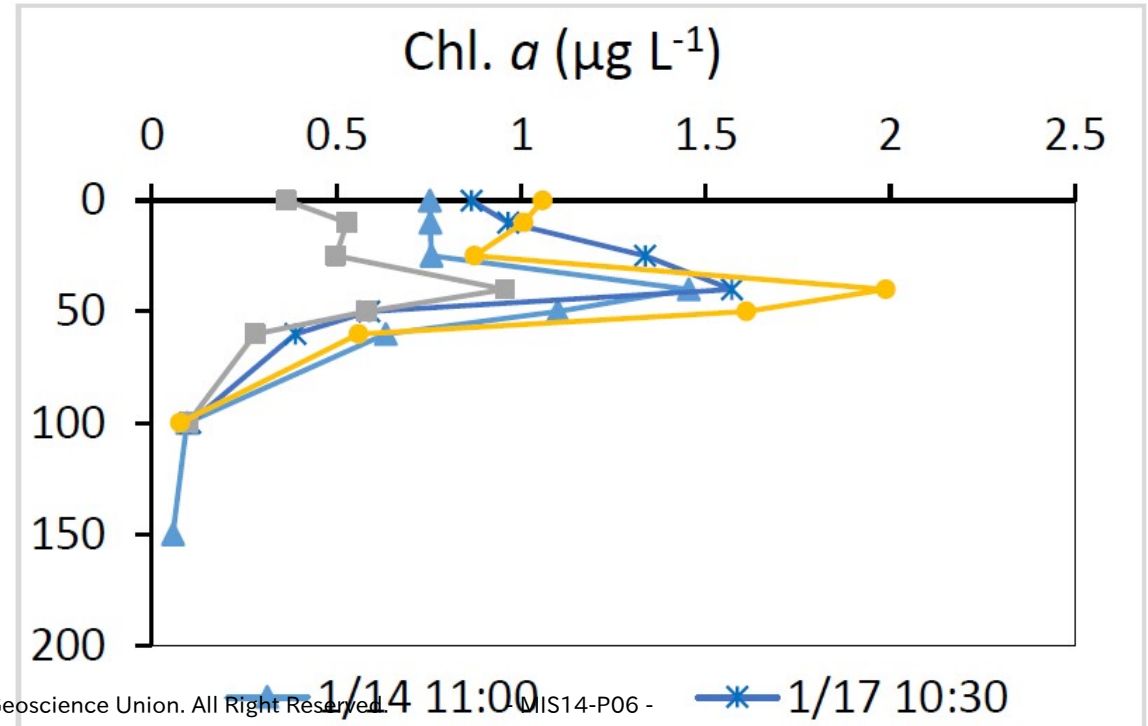


Fig. 1 A schematic image of the drifter



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東南極における大気硫酸の硫黄安定同位体組成の季節変動と大気硫黄循環への示唆

Seasonality in sulfur isotopic compositions of atmospheric sulfate and its implications for atmospheric sulfur cycles in East Antarctica

*石野 咲子[1]、服部 祥平[1]、Joel Savarino[2]、Michel Legrand[2]、Susanne Preunkert[2]、Bruno Jourdain[2]、Francis Albarede[3]、Emmanuelle Albalat[3]、吉田 尚弘[1,4]
*Sakiko Ishino[1], Shohei Hattori[1], Joel Savarino[2], Michel Legrand[2], Susanne Preunkert[2], Bruno Jourdain[2], Francis Albarede[3], Emmanuelle Albalat[3], Naohiro Yoshida[1,4]

1. 東京工業大学物質理工学院応用化学系、2. グルノーブル大学/CNRS、環境地球科学研究所、3. リヨン高等師範学校（LGL-TPE）、4. 東京工業大学地球生命研究所
1. Department of Chemical Science and Engineering, School of Materials and Chemical Technology, Tokyo Institute of Technology, 2. Institut des Geoscience de l’ Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS, 3. Ecole Normale Supérieure (LGL-TPE), 4. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

Atmospheric sulfate in Antarctica is produced mainly from a marine biogenic sulfur compound, dimethyl sulfide. They are therefore a subject of study related to the linkage between marine biogenic activity and climate. We investigate year-round observations of sulfur isotopic compositions of atmospheric sulfate (SO_4^{2-}) at inland (Dome C) and coastal (Dumont d’ Urville) sites in East Antarctica to quantify the relative importance of marine biogenic (mb) and non-marine biogenic (nmb) SO_4^{2-} for the Antarctic atmospheric sulfur cycle. The $\delta^{34}S$ values of non-sea salt sulfate showed clear seasonal variations with summer maxima and winter minima, and showed homogeneity between inland and coastal sites throughout the year. This result suggests that the isotopic fractionation through chemical reactions during transportation from coastal to inland areas insignificantly affects the observed $\delta^{34}S_{nss}$ values. The observed $\delta^{34}S_{nss}$ values are controlled mainly by the relative importance of mb-SO_4^{2-} and nmb-SO_4^{2-}. This finding, in conjunction with the SO_4^{2-} records in Antarctic ice cores, will open a perspective implying the increased relative importance of nmb-SO_4^{2-} during glacial periods. We also found a significant increase in nmb-SO_4^{2-} concentrations in November, especially for the inland site. This nmb-SO_4^{2-} increase is correlated with the ^{210}Pb concentration, suggesting the existence of long-range transport of continental nmb-SO_4^{2-} from lower latitudes to the Antarctic inland. Identification of the sources of those nmb-SO_4^{2-} will be a key step for elucidation of the linkage between Antarctic atmosphere/climate and environmental changes at lower latitudes from the past through the future.

キーワード：硫黄同位体分析、硫酸エアロゾル、南極
Keywords: Sulfur isotope analysis, Sulfate aerosols, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極ドームふじ氷床コアの大気組成からみるターミネーション2の気候変動

Penultimate glacial-interglacial transition viewed from the Dome Fuji ice core, Antarctica

*大藪 幾美[1,2]、川村 賢二[1,3,4]、北村 享太郎[1]
*Ikumi Oyabu[1,2], Kenji Kawamura[1,3,4], Kyotaro Kitamura[1]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 日本学術振興会、3. 総合研究大学院大学、4. 海洋研究開発機構
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. Japan Society for the Promotion of Science, 3. SOKENDAI (The Graduate University of Advanced Studies), 4. Japan Agency for Marine Science and Technology (JAMSTEC)

Paleoclimatic proxies provide information about the variations of climate forcings and responses, such as atmospheric CO_2concentration, temperature and sea level, as well as their magnitudes and phase relationships. Accurate chronological constraints are particularly important for numerical simulations, both for their input and validation data, to better understand the transient behaviors of climate and ice sheets. During the last interglacial period (~130 to ~120 thousand years before present (kyr BP)), the peak global mean surface temperature was ~1 degree higher than the preindustrial period, and the global sea level was ~6 –9 m higher than today with significant contribution from the Antarctic ice sheet, whereas atmospheric CO_2levels were similar to those in the preindustrial period (Dutton et al., 2015). The last interglacial period and the preceding transition from the penultimate glacial period are important targets for the paleoclimatic research to investigate the mechanisms for warming and ice-sheet reductions. However, responses (sequences, timing or magnitude) of ice sheets, temperature or ocean circulations to climate forcing during this period are much less well understood, partly because the number of proxies and time resolution are limited, and the chronological uncertainties are relatively large. A chronology of the Dome Fuji (DF) ice core was constructed by synchronizing variations in O_2/N_2ratio of occluded air with local summer insolation (Kawamura et al., 2007), but relatively large errors were later reported around the last interglacial (Fujita et al., 2015). Here, we reanalyzed the O_2/N_2ratio of the DF core by improving the methods for sample treatment, air extraction and mass spectrometry between 57 and 165 kyr BP to revise the DF chronology. The new chronology agrees within 1.2 kyr with a radiometric (U-Th) chronology of Chinese speleothems, the whose stated error is less than 1 kyr (Cheng et al., 2009), suggesting successful improvement of our ice-core chronology. Using $\delta^{18}O$ of atmospheric O_2($\delta^{18}O_{atm}$) and CH_4records measured on the same ice samples as used for the O_2/N_2measurements, we investigate climatic variations during the penultimate glacial period and deglaciation. We found that $\delta^{18}O_{atm}$ becomes heavier while CH_4concentration increased at 138.4 kyr BP during the penultimate glacial maximum; this characteristic relationship was observed at Heinrich Event 2 (at ~24 kyr BP) during the last glacial maximum (Severinghaus et al., 2009; Rhodes et al., 2015). Other well-dated paleoclimatic records show major climatic changes around 138 kyr BP; an abrupt weakening of the Asian monsoon occurred at 138 kyr BP (Wang et al., 2008), and the onset of relative sea level rise was suggested at 139±1 kyr BP from seawater $\delta^{18}O$ of Red Sea (Grant et al., 2012) and at 137 kyr BP from U-Th dating of Tahiti fossil corals (Thomas et al., 2009). The similarity of these ages suggests that a massive iceberg discharge event occurred at ~138 kyr BP, and it marked the onset of penultimate deglaciation. Our new data may provide better chronological constraints on the climatic forcings and responses around the penultimate deglaciation and last interglacial period.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References

Dutton et al. (2015), *Science,* **349**., Kawamura, K., et al. (2007), *Nature*, **448**, 912-916., Fujita, S. et al. (2015), *Clim. Past.*,**11**, 1395-1416 ., Cheng, H. et al. (2009), *Science*, **326**, 248-252., Rhodes, R. H.et all. (2015), *Science*, **348**, 1016-1019., Severinghaus, J. P. et al., (2009), *Science*,**324**, 1431-1434., Thomas, A. L.et al. (2009), *Science*, **324**, 1186-1189., Wang, Y. et al. (2008), *Nature*, **451**, 1090-1093., Grant, K. M., et al. (2012), *Nature*, **491**, 744-747.

キーワード：南極、アイスコア、ドームふじ、退氷期、最終間氷期
Keywords: Antarctica, Ice core, Dome Fuji, deglaciation, The last interglacial

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstruction of Antarctic ice sheet dynamics in the Last Interglacial

*飯塚 睦[1]、関 宰[1]、板木 拓也[2]、入野 智久[1]、池原 実[4]、杉崎 彩子[2]、山本 正伸[1]、堀川 恵司[5]、菅沼 悠介[3]
*Mutsumi Iizuka[1], Osamu Seki[1], Takuya Itaki[2], Tomohisa Irino[1], Minoru Ikehara[4], Saiko Sugisaki[2], Masanobu Yamamoto[1], Keiji Horikawa[5], Yuusuke Suganuma[3]

1. 北海道大学、2. 産業技術総合研究所、3. 国立極地研究所、4. 高知大学海洋コア総合研究センター、5. 富山大学
1. Hokkaido university, 2. Geological Survey of Japan, 3. National Institute of Polar Research , 4. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 5. University of Toyama

Ongoing global warming could cause various problems in the future. One of the serious concerns is a sea level rise due to the melting of the ice sheet. Antarctic ice sheet, which hold a massive amount of fresh water was considered to be stable even if global warming progresses in the future. However, recent studies have shown that Antarctic ice sheet is more sensitive to global warming than previously thought. Therefore, it is an important to better understand extent to which Antarctic ice sheet is sensitive to global warming.

Study of past warm period proves an useful insight into the prediction of sea level rise in a future. Especially, Sea level in the last interglacial (MIS 5e), which was ~1˚C warmer than the preindustrial was estimated to be several meters higher than that of the present with the sudden and abrupt rises in sea level. This suggests significant loss of Antarctic ice sheet during MIS 5e. However, Antarctic ice sheet variability during the MIS 5e has been poorly understood. In this study, we reconstruct dynamics of Antarctic ice sheet during MIS 5e from the marine sediment core GC1407 collected from Dumont d'Urville Sea, East Antarctica (130.518˚E, 63.74˚S).

Interval of MIS 5e has been determined based on abundance of radiolaria in GC1407. Variability of iceberg discharge is reconstructed by measurement of iceberg rafted debris (IBRD) in sediments. IBRDs are found to be recognized only during MIS 5e. This suggests that the significant discharge of large icebergs possibly from Wilkes Land basin, East Antarctica happened only during warmer than present climate condition.

キーワード：南大洋、最終間氷期、南極氷床
Keywords: Southern Ocean, Last interglacial, Antarctic icesheet

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋の表層水温から推測される鮮新世の温暖期のCO2濃度
Pliocene CO2 concentration estimated from Southern Ocean SST

*関 宰[1]、下野 智大[2]
*Osamu Seki[1], Tomohiro Shimono[2]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. 北海道大学大学院環境科学院
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. Guraduate School of Environmental Science

気候モデルによる将来の気温の変化量の予測は「気候感度」という値により決まる．ここで気候感度とは大気中CO_2濃度が2倍になった時の地表面温度の変化量である．そのため，気候感度の制約は将来の気温予測における核心部分であり，IPCCにおいても最大の焦点となっている．しかし，将来予測に適した気候感度制約のための多大な努力がなされてきたにも関わらず，CO_2倍増時の気候感度は2.0～4.5℃の範囲としか制約されておらず，不確実性が大きい．さらに，古気候データ解析から，気候感度は気候状態に依存することが明らかとなった．このことにより将来予測においては現在よりも温暖な気候状態における気候感度を知る必要性が生じ，過去の温暖期の研究に注目が集まっている．本研究では，現在より平均気温が2-3℃ほど高く，現在と境界条件が類似しているため将来気候の類型とされる鮮新世温暖期（300-450万年前）に着目し，経験的手法を用いて当時のCO_2濃度の高精度復元を行い，温暖な気候状態における気候感度を推定する．

キーワード：気候感度、鮮新世、二酸化炭素濃度
Keywords: Climate sensitivity, Pliocene, carbon dioxide concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lithogenic fluxes across a transect in the SW Indian Ocean since the last glacial inception

*Eri Helen Amsler[1], Walter Geibert[2], Gerhard Kuhn[2], Minoru Ikehara[3], Samuel Jaccard[1]

1. Institute of Geological Sciences and Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland, 2. Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Germany, 3. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, Kochi, Japan

On glacial-interglacial time scale the Southern Ocean plays a prominent role in modulating climate by storing and redistributing heat, fresh water, carbon and nutrients globally. Atmospheric CO_2 is taken up by algae and sequestered in the deep ocean through the biological carbon pump. On the other hand, CO_2 is released back to the atmosphere through upwelling and vertical mixing [1]. The relative contribution of these two mechanisms controls the efficiency through which carbon can be sequestered in the ocean interior.

The effect of iron fertilization on biological productivity has previously been documented in the Atlantic and Pacific sectors of the Southern Ocean [2, 3]. During glacial periods higher input of Fe-bearing dust increased phytoplankton growth and carbon sequestration, thus leading to the drawdown of atmospheric CO_2, accounting for about half of the glacial-interglacial CO_2 amplitude [4].

Here we present ^{230}Th-normalized lithogenic fluxes in a set of marine sediment cores spanning a meridional transect in the Indian sector of the Southern Ocean further away from the Patagonian dust plume and show that increased Fe flux impacted export production patterns, contributing to the sequestration of carbon away from the atmosphere.

[1] Sigman, D. M., Boyle, E. A. (2000) Nature 407, 859-869.

[2] Martínez-Garcia, A., Sigman, D. M., Haojia, R., Anderson, R. F., Straub, M., Hodell, D. A., Jaccard, S. L., Eglinton, T. I., Haug, G. H. (2014) Science 343, 1347-1350.

[3] Lamy F., Gersonde, R., Winckler, G., Esper, O., Jaeschke, A., Kuhn, G., Ullermann, J., Martínez-Garcia, A., Lambert, F., Kilian, R. (2014) Science 343 (6169), 403-407.

[4] Hain, M. P., D. M. Sigman, and G. H. Haug (2010) Global Biogeochem. Cycles, 24, GB4023.
Please fill in your abstract text.

Keywords: Southern Ocean, Biological Pump

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MIS M2からの温暖化過程におけるRoss海から産出した珪藻化石群集の変化

Changes in composition of fossil diatoms from Ross Sea under gradual warming climate from MIS M2

*石野 沙季[1]、須藤 斎[2]、McKay Rob[3]、De Santis Laura[4]、Kluhanek Denise[5]、IODP Exp. 374乗船研究者 一同
*Saki Ishino[1], Itsuki Suto[2], Rob M. McKay[3], Laura De Santis[4], Denise K. Kluhanek[5], Expedition 374 Scientists

1. 産業技術総合研究所、2. 名古屋大学環境学研究科、3. Victoria University、4. Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale、5. Texas A&M University
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Department of Earth and Planetary Sciences Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Victoria University, 4. Instituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, 5. Texas A&M University

過去の温暖化過程において極域の環境にどのような変化が起きていたのかという古環境学的情報は，温暖化の将来予測を飛躍させる上で欠かせない．特に復元される南極の高緯度域の海洋環境は，marine based ice sheetの融解量の推測に影響するため，西南極氷床の変動史を解明する上で重要となる．南極海には珪質な殻を持つ珪藻の化石が多く保存されており，珪藻化石群集の解析から，過去の海氷被覆域や鉛直混合の強さなどの海洋環境を推定することができる．

国際深海科学掘削計画（IODP）Exp. 374では2018年1月から3月にかけてRoss海東部の大陸棚と大陸棚斜面などから海底堆積物コアの掘削を行った．大陸斜面から得られたコアの一つであるHole U1524A（74°13.05’S and 173°37.98’W, 2394 m water depth）は，Antarctic Bottom Waterが海底に流れる通り道に位置し，高解像度の鮮新世の海洋環境を記録した堆積物を有している．本発表では，氷期（MIS M2）から温暖化していく一連の環境の変化に焦点を当て，約3.3–3.0 Maの堆積物に含まれる珪藻殻量および珪藻化石群集組成，特に海氷指標種や鉛直混合の指標となりうる*Chaetoceros*属の休眠胞子化石，鮮新世に絶滅・種分化した種などの産出量変動から推定される古環境について報告する．

キーワード：珪藻、南大洋、古環境
Keywords: Diatom, The Southern Ocean, Paleoenvironment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geological insights into formation of Conrad Rise, Southern Ocean: Preliminary geological results of R/V *Hakuho-maru* KH-19-1 cruise

*佐藤 暢[1]、藤井 昌和[2,3]、松井 浩紀[4]、池原 実[4]
*Hiroshi Sato[1], Masakazu Fujii[2,3], Hiroki Matsui[4], Minoru Ikehara[4]

1. 専修大学経営学部、2. 国立極地研究所、3. 総合研究大学院大学、4. 高知大学海洋コア総合研究センター
1. School of Business Administration, Senshu University, 2. NIPR, 3. SOKENDAI, 4. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University

Conrad Rise is one of plateaus situated at the Indian-sector of the Southern Ocean. Origin of the rise are considered to be a sort of the Large Igneous Provinces or hotspot. Previously Borisova et al. (1996) reported alkaline igneous rocks which have similar geochemical signature to the Kelgueren Plateau. However, detailed investigations have not been performed until our recent study. We performed geological and geophysical investigations during three R/V *Hakuho-maru* cruises, KH-10-7, KH-16-1, and KH-19-1. Particularly, we had five dredge operations during KH-10-7 and KH-19-1 cruises and obtained geological (and biological) materials that have important keys to understanding the origin and development of Conrad Rise. Geological materials collected during KH-10-7 cruise had already reported by Ishizuka et al. (2011), Sato et al. (2012), and Kobayashi et al. (2013). In this presentation, we report preliminary results of recovered geological and biological materials during KH-19-1 cruise.

Two dredge operations were performed during KH-19-1 Leg 2 (16 Jan to 12 Feb 2019). Dredge site KH-19-1D4 is situated at one of peaks of unnamed small knoll that is located north of Ob seamount. Approximately 50 kg of geological and biological materials including igneous rocks, metamorphic rocks, and deep-sea coral were recovered. Dredge site KH-19-1D5 is situated at north-south trending spur on the northern slope of Ob seamount. Approximately 50 kg of materials including igneous rocks, sedimentary rocks, metamorphic rocks, deep-sea coral, and living shell were recovered.

References
Borisova et al. (1996) *Geochemistry International* **34**(6) 503-517
Sato et al. (2012) JpGU meeting 2012, SCG66-09
Ishizuka et al. (2011) 2nd Symposium on Polar Science.
Kobayashi et al. (2013) 4th Symposium on Polar Science.

キーワード：コンラッドライズ、南大洋、KH-19-1航海
Keywords: Conrad Rise, Southern Ocean, KH-19-1 cruise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新たな古環境プロキシとしての黄金色藻シスト化石
Fossil chrysophyte cysts as a new paleoenvironmental proxy

*加藤 悠爾[1,2]、須藤 斎[1]
*Yuji Kato[1,2], Itsuki Suto[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 高知大学海洋コア総合研究センター（日本学術振興会 特別研究員）
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University (JSPS Research Fellowship for Young Scientists)

南大洋の堆積物からは，珪藻類に加えて，淡水藻類である黄金色藻が休眠期に形成する珪酸質のシスト化石が産出するが，これらの化石が持つ古海洋学的意義については未だ明らかになっていない．本研究では，黄金色藻シスト化石の古生物学的な基礎情報を取得するとともに，それらが新たな古環境指標となり得るか否かを検討するため，南大洋大西洋区で掘削されたボーリングコア試料DSDP Leg 71 Site 513およびODP Leg 113 Site 689のうち後期中新世から鮮新世（ca. 9–3 Ma）について微化石分析を行い，珪藻化石群集の変動および黄金色藻シスト化石の産出量変動を調べた．

その結果，黄金色藻シストの産出量変動は，Sites 513, 689ともに淡水珪藻の変動とよく似たパターンを示した．また，SEM観察では，淡水域から報告されているシストも確認された．したがって，これらの黄金色藻シスト化石は主に陸からの淡水の流れ込みを示唆していると考えられる．南大洋に流れ込む淡水は南極大陸の氷河・氷床の融氷水を起源とするため，南大洋における海底堆積物中の黄金色藻シスト化石の産出量変動は，地質時代に遡って南極大陸氷床の変遷史を解明するうえで有用なツールとなることが期待される．また，全球氷床量を反映するとされる底生有孔虫殻の酸素同位体比δ^{18}O値（Zachos et al. 2001）と黄金色藻シスト化石産出量の変動を比較したところ，全体としてδ^{18}O値が軽い値をとる（すなわち全球的に氷床量が少なくなっているとされる）時期に黄金色藻シスト化石の産出量は多くなっていた．このことも，上述の黄金色藻シスト化石と氷床量変動との関連をサポートしている．一方，Site 689の一部の層準（e.g. 4.4–3.3 Ma）では黄金色藻シストと海氷関連珪藻の多産が確認されたため，南大洋の海底堆積物に産出する黄金色藻シスト化石には，淡水起源のものだけでなく海氷起源のものも含まれている可能性が高い．今後，黄金色藻シスト化石の古海洋環境指標としての有用性を高めるために，分類学・生物地理学的研究の進展が望まれる．

キーワード：黄金色藻シスト、珪藻、南大洋、微化石
Keywords: chrysophyte cyst, diatom, Southern Ocean, microfossil

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatiotemporal variability of surface mass balance along the JARE traverse route for 1991–2019

*津滝 俊[1]、本山 秀明[2,3]、阿部 彩子[1,4]、藤田 秀二[2,3]、川村 賢二[2,3,4]
*Shun Tsutaki[1], Hideaki Motoyama[2,3], Ayako Abe-Ouchi[1,4], Shuji Fujita[2,3], Kenji Kawamura[2,3,4]

1. 東京大学、2. 国立極地研究所、3. 総合研究大学院大学、4. 海洋研究開発機構
1. The University of Tokyo, 2. National Institute of Polar Research, 3. The Graduate University for Advanced Studies, 4. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Satellite-based observations revealed the recent mass loss of the Antarctic ice sheet, and there is concern about its influence on sea level rise. Although significant mass loss has been reported in the West Antarctica, spatial and temporal variability of surface mass balance (SMB) is poorly understood in the East Antarctica where the ice volume is more than 10 times, due to complexity in snow accumulation in space and time, resulting in relatively large uncertainty to quantify ongoing and future mass loss from the Antarctic ice sheet. Therefore, it is crucial to accurately quantify SMB in East Antarctica. SMB has been measured along the traverse route between coastal area (S16) and the inland Dome Fuji region as a part of the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) since 1991. Net snow accumulation was measured by the stake method at approximately 500 points every 2 km. In this study, we re-evaluate spatial and temporal variability of SMB between S16 and Dome Fuji region during the period of 1991–2019. Uncertainty of the SMB measurements is discussed by the data obtained from stake farms and stake rows along the survey route. Spatiotemporal variability of SMB is discussed with surface slope of the ice sheet as well as wind speed and direction in order to evaluate the influence of surface topography and katabatic wind blowing on the ice sheet surface on snow accumulation.

キーワード：南極氷床、表面質量収支
Keywords: Antarctic ice sheet, Surface mass balance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains, East Antarctica

*金丸 龍夫[1]、菅沼 悠介[2]、大岩根 尚[3]、三浦 英樹[2]、三浦 真[4]、奥野 淳一[2]、早川 秀章[5]
*Tatsuo Kanamaru[1], Yusuke Suganuma[2], hisashi Oiwane[3], Hideki Miura[2], Makoto Miura[4], Jun'ichi Okuno[2], Hideaki Hayakawa[5]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 国立極地研究所、3. 合同会社むすひ、4. 金沢大学、5. 東京大学宇宙線研究所
1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities & Sciences, Nihon University, 2. National Institute of Polar Research, 3. Musuhi LLC, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Kanazawa University, 5. Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo

Weathering processes in hyper-arid and hypothermal environments are key to our understanding of geomorphological processes and landscape evolution in Antarctica. Here, we explore the weathering of granitic rocks and the associated weathering products in the Sør-Rondane Mountains of East Antarctica, to obtain quantitative information regarding the physical and chemical weathering of granitic rocks in hyper-arid and hypothermal environments. Various petrological techniques, including whole-rock chemistry, loss on ignition measurement, mineral chemistry, laser-Raman microspectroscopy, in addition to color measurement and hardness test for the rock samples, were used to analyze the physical and chemical weathering of the rocks. These measurments reveal that the weathering of granitic rocks in the Sør-Rondane Mountains of East Antarctica is controlled mainly by oxidation, including iron hydroxide formation in veins formed by the thermal expansion and contraction of rock-forming minerals, frost shattering and/or salt fretting, and Fe–Ti oxide alteration in the rock interior. Importantly, these physical and chemical weathering processes are unlikely to require a liquid water supply from the environment, and the restricted supply of liquid water and salt is the most probable explanation for the extremely slow weathering rates in the Sør-Rondane Mountains.

キーワード：南極、風化、酸化
Keywords: Antarctica, Weathering, oxidation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新学術研究「固体地球と氷床の相互作用」2年次研究報告
Summary of the 2nd Year Activities of the Project on the Interaction of the solid Earth and the Antarctic Ice Sheet:

*福田 洋一[1]、西島 潤[2]、風間 卓仁[1]、中村 和樹[3]、土井 浩一郎[4]、菅沼 悠介[4]、奥野 淳一[4]、新谷 昌人[5]、金田 平太郎[6]、青山 雄一[4]、三浦 英樹[4]
*Yoichi Fukuda[1], Jun Nishijima[2], Takahito Kazama[1], Kazuki Nakamura[3], Koichiro Doi[4], Yusuke Suganuma[4], Jun'ichi Okuno[4], Akito Araya[5], Heitaro Kaneda[6], Yuichi Aoyama[4], Hideki Miura[4]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2. 九州大学大学院 工学研究院 地球資源システム工学部門、3. 日本大学 工学部 情報工学科、4. 国立極地研究所、5. 東京大学地震研究所、6. 千葉大学理学研究科
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Graduate School of Engineering, Kyushu University, 3. Faculty of Engineering, Nihon University, 4. National Institute of Polar Research, 5. ERI, University of Tokyo, 6. Graduate School of Science, Chiba University

科学研究費の新学術領域研究の１つとして、2017年度より「熱～水～物質の巨大リザーバ 全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床」（領域代表：川村賢二） が開始した(http://grantarctic.jp)。本領域は、5カ年のプロジェクトとして、南大洋研究と関連した3つの課題(A01-1～A01-3)、南極氷床に関連した２つの課題(A02-1～A02-2)、新たな探査方法に関連した課題(A03)、および、統合的モデリングに関連した課題(A04)の7つの計画研究からなり、南極氷床や南大洋が全球環境変動におよぼす影響のシステムとしての理解や将来予測などを目的に、「南極環境システム学」の創成をめざしている。

この内、南極氷床変動は、海水準上昇や海洋循環を通して全球的環境変動と密接に関係しており、将来環境予測にも不可欠な要因である。このため、従来からも地形学的・地質学的調査、測地観測や衛星データを利用した研究が進められているが、そこでの大きな誤差要因が氷床荷重に対する固体地球の粘弾性応答（Glacial Isostatic Adjustment: GIA）の不確定性にある。そこで、我々が担当する「A02-2:固体地球と氷床の相互作用」では、GIAをキーワードとし、GIAに関連した現場観測データが特に不足している昭和基地を含む東南極の露岩や沿岸地域で、地形・地質調査や絶対重力測定・測地観測などを重点的に実施し、衛星データや数値モデリングの結果と合わせ、GIAモデルの高精度化や過去の定量的な氷床変動史の復元により未来の全球的環境変動予測モデルの精度向上を目指している。

我々のこれまでの研究として、2017年度には、昭和基地周辺およびリュツォ・ホルム湾の複数の露岩地域での絶対重力測定やGNSS観測，地形調査や表面露出年代測定用試料の採取などを行っており、その概要についてはJpGU2018大会でも報告した。また、2018年度には、2017年度に取得したデータや資料の解析に加え、GIAのモデリング研究を進めるとともに、観測面では、トロール基地（ノルウェー）およびマイトリ基地（インド）において絶対重力測定を実施した。ポスター発表では、2018年の研究を中心に、我々の計画研究班によるこれまでの研究成果の概要について報告する。

なお、本研究は、JSPS科研費(17H06321)の助成を受けて実施したものである。記して謝意を表する。

キーワード：GIA、氷床変動、海面上昇、東南極
Keywords: Glacial Isostatic Adjustment, Ice sheet changes, Sea level rise, East Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Late Pleistocene to Holocene sea-level change in East Antarctica revealed by glacial isostatic adjustment modeling

*石輪 健樹[1]、奥野 淳一[1,2]、菅沼 悠介[1,2]、三浦 英樹[1,2]
*Takeshige Ishiwa[1], Jun'ichi Okuno[1,2], Yusuke Suganuma[1,2], Hideki Miura[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Antarctic Ice Sheet (AIS) is the most significant storage of freshwater in the Earth’ s surface and most concerned in considering future sea-level rise. Present studies attempt to assess the mass loss or gain in AIS using GNSS and satellite dataset. Moreover, past AIS variability should be considered to achieve the accurate present AIS change, since presently-observed vertical movement in Antarctica includes the effect of glacial-hydro isostasy due to past AIS variability. Glacial isostatic adjustment (GIA) modeling can provide sea-level histories in Antarctica following sea-level equation. Comparison of field-based sea-level records with predicted sea-level by GIA modeling is required to constraint past AIS histories, leading to the accurate prediction of future sea-level rise.
We document predicted sea-level change in East Antarctica by GIA modeling using several Antarctica ice-loading histories and also compare with previously reported observed sea-level records. Moreover, potential sites for future sampling to obtain observed sea-level records in East Antarctica will be presented by GIA modeling.

キーワード：南極氷床、Glacial Isostatic Adjustment
Keywords: Antarctic Ice Sheet, Glacial Isostatic Adjustment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An modeling study of Antarctic ice sheet of the Last Glacial Maximum and the last deglaciation

*小長谷 貴志[1]、阿部 彩子[1,2]、Greve Ralf[3]、齋藤 冬樹[2]
*Takashi Obase[1], Ayako Abe-Ouchi[1,2], Ralf Greve[3], Fuyuki SAITO[2]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 海洋研究開発機構、3. 北海道大学低温科学研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Reconstructions indicate Antarctic ice sheet extent and volume were decreased during the last deglaciation. Sea level reconstruction of the Last Interglacial (LIG), after the penultimet deglaciation, indicate the volume of Antarctic ice sheet was smaller than the present interglacial. Climate reconstructions indicate surface temperature in the Antarctic continent and sea surface temperature in the Southern Ocean during the LIG were higher than the present interglacial. A transient climate simulation of the last deglaciation using MIROC suggests that this higher surface temperature in the Antarctic region is a result of weaker AMOC during the deglaciation and bipolar warming in the Southern Hemisphere.

In the present study, we utilize a 3-dimensional Antarctic ice sheet model (SICOPOLIS) to conduct quantitive assessment of the impact on retreat of Antarctic ice sheet during deglaciations. At first, the configuration of LGM Antarctic ice sheet is prepared using reconstructed climate and sea level changes, and is compared with reconstructions to verify the initial state of deglaciation. We will present preliminary results of Antarctic ice sheet changes of the last deglaciation using climate model outputs of the last deglaciation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of a coupled ice-sheet/earth rebound model for Antarctic ice-sheet simulation

*齋藤 冬樹[1]、阿部 彩子[2,1]、奥野 淳一[3]、小長谷 貴志[2]
*Fuyuki SAITO[1], Ayako Abe-Ouchi[2,1], Jun'ichi Okuno[3], Takashi Obase[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 国立極地研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3. National Institute of Polar Research

Feedback between changes in the ice-sheet and the earth's isostatic rebound is considered to be an important process for the evolution of the past ice-sheets in glacial cycles. We have been developing a coupled ice-sheet/earth rebound model which were applied for northern hemisphere ice sheet simulation during glacial/interglacial cycles. Earth rebound model is based on a self-gravitating visco-elastic multi-layer model developed by Okuno and Nakada (2001), while the ice-sheet model is IcIES (Abe-Ouchi 2013). The results are compared with the previous IcIES results which coupled with a simple isostatic model (i.e., a local lithosphere/relaxing asthenosphere) which is controled by two parameters (the mantle density and the time scale of isostatic response), in order to discuss the effect of more realistic visco-elastic structure of the earth.

キーワード：南極氷床、氷床モデル、固体地球モデル
Keywords: Antarctic ice sheet, ice sheet model, Earth rebound model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Polar amplifications in the past warm periods obtained from MIROC 4m AOGCM

*樋口 太郎[1]、阿部 彩子[1]、陳 永利[1]、シェリフ多田野 サム[1]
*Taro Higuchi[1], Ayako Abe-Ouchi[1], Wing-Le Chan[1], Sam Sherriff-Tadano[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmospheric and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

The Earth has experienced several warm periods (e.g., early Eocene and Cretaceous), which had warm climates, comparable to global warming prediction of near future due to rising CO2 concentration in the atmosphere. Paleoclimatic proxies indicate that the common characteristics of these periods are remarkable temperature amplifications in the high-latitude and polar region (Bice et al., 2003; Huber, 2008), resulting in small equator-to-polar temperature difference. However, simulations of warm periods climate using General Circulation Models tend to underestimate the polar amplifications than those suggested from geological records. The discrepancy between proxy data and climate models is one of the greatest challenges of warm climate study. Although it is important to consider the effects of the ocean circulation and vegetation feedback to reproduce the polar amplifications in the past warm periods, there were few studies using Atmosphere-Ocean coupled General Circulation Model (AOGCM). In this study, we simulate Present Day, early Eocene, and late Cretaceous climates with different CO2 levels using AOGCM MIROC 4m, additionally full-coupled with dynamic vegetation model, and get the climatology in full equilibrium with longer than 3000 years. The simulated temperatures of early Eocene and late Cretaceous experiments are compared with surface temperature reconstructions based on paleoclimatic proxies. We also investigate the difference of physical process to polar amplification between warm periods (early Eocene and late Cretaceous) and Present Day by using an energy flux analysis. Despite using the fully coupled model with paleo-configuration, the polar amplification in this study is not enough to fully reproduce proxy-indicated polar temperatures. This result implies that we need to re-verify model-performance to the polar climate in GCMs and physical feedback process to global warming due to rising greenhouse gasses in the atmosphere.

キーワード：極域気温増幅、古気候、大気海洋結合モデル
Keywords: polar amplification , paleoclimate, AOGCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using a coupled AOGCM to study the Antarctic climate of the mid-Pliocene warm period

*Wing-Le Chan[1], Ayako Abe-Ouchi[1,2]

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. National Institute of Polar Research

The mid-Pliocene warm period, 3.3-3.0 million years ago, was a period of sustained warmth before global cooling occurred and a shift to repeated glacial cycles. It was also the most recent time in the history of Earth when atmospheric carbon dioxide levels were similar to those of present day. The study of this period is thus of much importance, given the growing concerns over future climate change associated with anthropogenic emissions of greenhouse gases. In particular, ice coverage in West Antarctica, as well as in Greenland, reduced significantly and there is evidence to suggest a retreat of ice sheet in the coastal areas and in the Wilkes Subglacial Basin of East Antarctica during that time.

In this study, we use the mid-resolution MIROC4m coupled atmosphere-ocean general circulation model and apply ice sheet configuration, land-sea mask and biome distribution from PRISM3 data sets, as set forth in the latest, second phase of the Pliocene Model Intercomparison Project. We conduct a series of experiments, including those which look into a range of atmospheric carbon dioxide levels given the spread in values suggested by various sources of proxy data. We show the degree of warming over Antarctica and how the precipitation responds to changes in the moisture transport.

Keywords: Antarctica, Pliocene, modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CMIP5モデル結果解析による地球温暖化が海洋基礎生産に与える影響の定量的評価

CMIP5 model analysis of future changes in ocean net primary production by focusing on different response among the individual oceans and models

*岡 顕[1]、中村 有希[1]
*Akira Oka[1], Yuki Nakamura[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

地球温暖化の進行により、海洋では成層化、酸性化、貧酸素化などの変化が生じ、海洋生態系にも影響が及ぶことが指摘されている。モデルを用いた複数の先行研究によって、将来的に植物プランクトンによる全球の海洋基礎生産（NPP；net primary production）は減少することが示されている（Bopp et al., 2013）。そのメカニズムは、全球的な温暖化により海洋の成層が強化し、深海からの栄養供給が抑制されることで、海面に植物プランクトンが利用できる栄養が減少するためであると考えられている（Fu et al., 2016）。先行研究では主に栄養制限に焦点が当てられてきたが、実際には植物プランクトンの成長は温度・光・栄養の３要素が律速している。しかし、NPPを律速する温度・光・栄養制限のそれぞれの寄与を定量的に調べている研究は少ない。さらに、海洋基礎生産は将来的に減少する海域だけでなく増加する海域もあるにも関わらず、多くの研究が全球平均の議論に留まっており、海域ごとの研究も不十分である。本研究では、地球温暖化によるNPPの将来変化のメカニズムをCMIP5（Coupled Model Inter comparison Project Phase 5）モデルを用いて、海域ごとに定量的な評価を行なった。

キーワード：海洋基礎生産、地球温暖化、CMIP5モデル
Keywords: Ocean primary production, Global warming, CMIP5 model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷期に発生した数千年スケールの気候変動の要因分析
Factor analysis of the millennial time-scale climate variability in glacial periods

*三木 あかり[1]、阿部 彩子[2]、シェリフ多田野 サム[2]
*Miki Akari[1], Ayako Abe-Ouchi[2], Sam Sherriff-Tadano[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

It is well known that in the glacial periods, air temperature changed abruptly over the North Atlantic on millennial time-scale. It is also known that temperature changes over the Southern Ocean were opposite to the North Atlantic, called a bipolar seesaw relationship. It is suggested that changes in the strength of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) were closely related to such global climate changes.

In recent years, the idea that freshwater forcing causes the climate changes has been questioned. Spontaneous oscillations in AMOC can be reproduced by experiments using atmosphere-ocean coupled general circulation models (AOGCM). These studies proposed that oceanic feedbacks within the North Atlantic surface - subsurface ocean are important in inducing the spontaneous AMOC variabilities. However, the oscillation cycles shown in previous studies (Peltier and Vettoretti, 2014; Brown and Galbraith, 2016) are several hundred years, which are shorter compared to climate variabilities documented in ice core data. On the other hand, in experiments carried out with MIROC4m AOGCM under the medium glacial condition, millennial time-scale climate and AMOC variabilities are reproduced. Therefore, in this study, we analyze factors controlling the millennial time-scale climate variability obtained from MIROC4m AOGCM. Focusing on the fact that this oscillation cycle is close to the time-scale of the Southern Ocean and the bottom ocean circulation, we analyze the behavior of the Southern Ocean and the bottom ocean in detail, especially deeper than 2500 meters, in addition to oceanic feedback suggested by previous studies.

As a result, it is suggested that the density change at the bottom ocean, which is caused by changes in sea ice formation over the Southern Ocean, plays an important role in controlling the oscillation of AMOC on millennial time-scale.

キーワード：AMOC、氷期気候、大気海洋結合モデル
Keywords: AMOC, Glacial climate, AOGCM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

First continuous profiler observation of wintertime Antarctic coastal polynya

*青木 茂[1]、小野 数也[1]、平野 大輔[1]、伊藤 優人[1]、野口 智英[2]、小澤 知史[2]
*Shigeru Aoki[1], Kazuya Ono[1], Daisuke Hirano[1], Masato Itoh[1], Tomohide Noguchi[2], Satoshi Ozawa[2]

1. 北海道大学、2. マリンワークジャパン
1. Hokkaido University, 2. Marine Works Japan

Antarctic coastal polynyas are the regions where sea ice forms vigorously, leading to supply of dense abyssal water for the global ocean. Monitoring the sea state of coastal polynyas especially in winter hence has global implications. To fully understand the development of water characteristics, capturing of the whole water column is required. However, the wintertime observations of seasonal ice zone such as polynya is not abundant so far, due to the severe and variable conditions of polar oceans.

To realize a near-realtime observation of water column in coastal polynya, we deployed a tethered profiling float over the whole winter in Cape Darnley polynya, East Antarctica (bottom depth of 230 m). The tethered float was manufactured by IHI Corporation, with a temperature and salinity sensor (SBE37 of Seabird Scientific) attached.

The float observation was successful in operation for more than eight months from Feb. 26 to Nov. 13, 2017. This float was designed to park at 150 dbar depth and to surface (upto 20 dbar when sea ice is supposed to exist) at 10-day interval. During this period, 26 profiles for the water column from 180 dbar to 20 dbar were obtained. The whole 160-dbar depth range was covered by nearly half of the 26 profiles, and the total ratio of depth coverage was 81%. Comparison with a current meter record nearby (one mile distance) revealed that the minimum depth achieved did not correlate with the current speed.

The obtained record clearly revealed a seasonal development of the whole water column. While relatively warm water initially remained in the water column, significant freshening occurred and temperature decreased to the freezing point throughout the column from March to April. Then salinity gradually increased to about 35 (150 dbar) in October, successfully covering the whole cycle of sea ice production. The layer near the parking depth (between 120 dbar and 180 dbar) was covered with much higher temporal resolution, showing variations of higher frequencies.

Although the satellite data transmission was not successful due to the battery shortage, signal transmission was successful at the preparation stage. A revision of this platform will enable the monitoring of seasonal ice zone in the polar oceans, to help filling the remaining gap of the global ocean monitoring array.

キーワード：ケープダンレー、係留式プロファイラー、係留系、南極
Keywords: Cape Darnley polynya, Tethered profiler, mooring, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Surface topography survey for bared rock and accumulated snow in Antarctica by Unmanned Aero Vehicle

*青山 雄一[1,2,3]、服部 晃久[2,3]、大石 猛[3,4]、土井 浩一郎[1,2,3]、野木 義史[1,2]
*Yuichi Aoyama[1,2,3], Akihisa Hattori[2,3], Hajime Oishi[3,4], Koichiro Doi[1,2,3], Yoshifumi Nogi[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 第59次南極地域観測隊、4. NEC
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. The 59th Japanese Antarctic Research Expedition, 4. NEC Networks & System Integration Corporation

In the last decade, Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) mission demonstrated an increase of surface mass in the Dronning Maud Land (DML), East Antarctica. Actually, snow accumulation has increased at Syowa Station located in DML, and its effect has been detected by superconducting gravimeter and GNSS measurements. For quantifying this effect, it is necessary to measure the distribution of the snow accumulation.
The distribution of the snow accumulation can be estimated from difference in accurate digital surface models (DSM) between the bared rock and the accumulated snow. These DSMs are derived from aerial photography byunmanned aerial vehicle (UAV) with structure from motion (SfM) analysis. In the activity of the 59th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE59) during Dec. 2017 - Dec. 2018, some aerial photography surveys were conducted with the fixed-wing small UAV, senseFly eBee plus, and with the rotary-wing drone, DJI Inspire 2 over Syowa Station. There is a report that the eBee plus, having dual-frequency GNSS receiver, enables to generate DSM precisely without ground control point (GCP). We evaluated the accuracy of such DSM by comparing with DSM computed with GCP. We also compared with the DSM computed from aerial photography by Inspire 2 which has single-frequency GNSS for evaluating the advantage of the dual-frequency GNSS tracking. The DSMs in Langhovde, Akarui Misaki, Rundvagshetta located around Lutzow-Holmbukta are also computed from aerial photography by eBee plus.

キーワード：無人航空機、未探査領域への挑戦
Keywords: Unmanned aerial vehicle, Challenges for unexplored frontiers

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南大洋季節海氷域北限域における巨大係留系長期観測記録の解析
The analysis of long-term Mooring observation records in the northernmost area of seasonal sea ice zone in the Southern Ocean

*渡部 和帆[1]、溝端 浩平[1]、北出 裕二郎[1]
*Kazuho Watanabe[1], Kohei Mizobata[1], Yujiro Kitade[1]

1. 東京海洋大学
1. Tokyo University of Marine Science and Technology

南大洋子午面循環は、南大洋における子午面上の熱交換によって気候変動の安定性に寄与していると考えられているが、直接循環流を計測したような観測例は殆どない。そこで、子午面循環を含む南大洋での流動を捉えるために、東京海洋大学を主とした海洋物理南大洋観測グループによって係留観測が海鷹丸により実施された。

本研究では、季節海氷域北限域の南緯61度、東経110度の地点で、2017年1月8日から2018年1月8日の一年間にわたり実施された係留観測データを解析した。係留系には4台の流速計とADP、4台のCTD、6台の水温計が配備された。本研究では、係留観測記録と共に係留系の投入、回収時に海鷹丸より得られたCTD観測記録を合わせて解析した。

深度約400，900，1900，4000dbに取り付けられた流速計により得られたデータから、東西、南北成分の流速変動を解析したところ、30日から90日周期の変動が卓越することがわかった。次に、各層における年間の流れ場の変動を捉えるために進行ベクトル図を作成した。この図から、前述した数十日周期で回転する流れ場の変動の他に、年間を通して深度約400dbでは南向きの輸送が、下層の深度約4000dbでは東向きの輸送が捉えられた。AVISO/Altimetry配布の海面高度アノマリーから得た地衡流においても数十日周期の変動が卓越していること、ACCの流軸よりも測点が南に離れていることから、数十日周期で回転する流れ場は中規模渦と関連したものと考えられた。

また、各時間の流速の鉛直構造に注目したところ、南向きの流れが卓越している期間には、上層で約10cm/s、下層に行くにつれて弱まり、下層では約4cm/sの流れとなるシア流が見られた。この流速構造を14層の水温データの鉛直分布と比較した結果、南向きのシア流が卓越する期間に深度400db付近では水温が2.1℃以上に上昇する現象が見られた。

CTD観測による結果から、400db付近で捉えられた高温水は周極深層水（CDW）であると確認された。流速の南北成分と水温変動のラグ相関からCDWの貫入が水深400db付近における南下流の8日後に起こっていることが明らかとなった。7月から9月の冬季結氷期にも類似した現象が見られたが、南向きの流れは弱く400db付近での昇温も2℃以下に留まっていた。これらの結果から、CDWの南向きの輸送は、季節的に変化すること、また、中規模渦の影響を受けて変動していることが分かった。

キーワード：南大洋、子午面循環、係留観測、中規模渦
Keywords: Southern ocean, Meridional circulation, Mooring observation, Mesoscale-Eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2019年夏季のケープダンレー沖におけるクロロフルオロカーボンと六フッ化硫黄の観測結果速報

Preliminary observation report on chlorofluorocarbons (CFCs) and sulfur hexafluoride (SF_6) off the Cape Darnley in the summer of 2019

*大橋 良彦[1]、川合 美千代[1]、佐々木 建一[2]、熊川 小綾花[1]、田村 尚之[1]、大島 慶一郎[3]
*Yoshihiko Ohashi[1], Michiyo Yamamoto-Kawai[1], Kenichi Sasaki[2], Sayaka Kumakawa[1], Naoyuki Tamura[1], Kay I. Ohshima[3]

1. 東京海洋大学、2. 海洋研究開発機構、3. 北海道大学低温科学研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Antarctic Bottom Water (AABW) occupies the largest volume of water mass in the global ocean and its formation is a key process of global ocean circulation. Ohshima et al. (2013) found newly formed AABW off the Cape Darnley (Cape Darnley Bottom Water; CDBW). However, little is known about the circulation of CDBW and its time scale. To quantitatively understand the spread and circulation of CDBW, it is effective to use the chemical tracer such as chlorofluorocarbons (CFCs) and sulfur hexafluoride (SF_6). We carried out CTD observation and water sampling off the Cape Darnley in the summer of 2019. Water sampling was performed from ocean surface to the bottom at 16 Stations (along the Wild Canyon and its west). CFCs and SF_6 of the samples were measured by an analytical system developed at JAMSTEC based on Bullister and Wisegarver (2008). The concentrations of CFCs and SF_6 were significantly high near the surface (< 100 m) (CFC11 > 2.0 pmol kg^{-1}; CFC12 > 1.2 pmol kg^{-1}; SF_6 > 1.4 fmol kg^{-1}). They showed a minimum at depths of 800–1500 m and then increased to the bottom. The relatively high concentrations of CFCs and SF_6 near the bottom, together with the low temperature (< −0.4°C), reflects the spread of CDBW. At the presentation, we will discuss mean age and circulation of CDBW.

キーワード：南極底層水、ケープダンレー、化学トレーサー
Keywords: Antarctic Bottom Water , Cape Darnley, Chemical tracer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西南極アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量変動メカニズム
Mechanism of sea-ice production variation in Amundsen Sea Polynya

*二橋 創平[1]、峯 康太[1]、中田 和輝[2]
*Sohey Nihashi[1], Kouta Mine[1], Kazuki Nakata[2]

1. 苫小牧高専、2. リモート・センシング技術センター
1. National Institute of Technology, Tomakomai College, 2. RESTEC

沿岸ポリニヤでは膨大な量の熱が海洋から大気に奪われ、盛んに海氷が生産される。この結氷の際に大量の低温で高塩の高密度水が排出される。南極海のいくつかの沿岸ポリニヤでは、この高密度水が南極底層水の主なソースであることが示されている。冬季の沿岸ポリニヤは現場観測が非常に難しい海域であり、沿岸ポリニヤの形成・変動メカニズムはよくわかっていなかった。しかし10年ほど前から、人工衛星に搭載されるマイクロ波放射計による輝度温度を用いて沿岸ポリニヤ域を日毎に検出しそこでの薄氷厚を見積もるアルゴリズムが開発され、沿岸ポリニヤの詳細な分布と変動が分かるようになってきた (例: Tamura et al., 2007; 2008)。空間分解能の良いマイクロ波放射計AMSR-E (2003-2011) ならびにAMSR2 (2012-2017) によるデータ（空間分解能は約6 km）を用いることにより、より詳細な沿岸ポリニヤの空間分布が明らかになってきた。例えば南極海では、多くの沿岸ポリニヤが定着氷（岸や座礁した氷山にくっついて形成される動かない海氷域）の西側に存在しており、定着氷が沿岸ポリニヤの形成と変動に密接に関わっていることが示唆された (Nihashi and Ohshima, 2015; Nihashi et al., 2017)。西南極に存在するアムンゼンポリニヤは、南極海で３番目に海氷生産量が大きな沿岸ポリニヤであり、長く沖に張り出した定着氷の西側に形成される沿岸ポリニヤである。すぐ側に存在するスウェイツ氷河は、近年急激に融解していることが示唆されている (Rignot et al., 2008; Milio et al., 2019)。南極海でよく見られる沖に大きく張り出した定着氷の形成には、座礁した氷山が重要な役割を果たしている (Fraser et al., 2012)。氷山の起源は南極の氷河・氷床であり、これらの急激な融解は定着氷やさらには隣接して存在する沿岸ポリニヤの形成・分布にも影響を及ぼす可能性がある。

本研究では、アムンゼン海ポリニヤの海氷生産量と気象データならびに定着氷の比較を行い、生産量の変動要因を調べた。海氷生産量はAMSR-EならびにAMSR2による日毎の薄氷厚を用いた熱収支計算から得られたもの (Nihashi and Ohshima, 2015; Nihashi et al., 2017) を用いた。定着氷もこれらの研究で薄氷厚と同じセンサーで月毎に検出されたものを用いた。AMSR-Eの期間に限られるが、薄氷の種類 (active frazilとthin solid ice) を考慮した改良型薄氷厚アルゴリズムによる生産量 (Nakata et al., 2019) も用いた。気象データはERA5を用いた。

日毎・月毎どちらのデータを用いても、海氷生産量は風速と比較的強い正の相関係数 (0.54-0.73) を示した。この比較での風速は単純な風速ではなく、風を１°ずつ360°投影したもののうち、最も相関係数が高くなるものを用いた。最も相関係数が高い風成分は、単純に陸地の沿岸線に対して沖（北）向きではなく、それより西寄りに向かう方向、すなわち陸地と定着氷で構成される沿岸線に対して沖向きの風速成分であった。この結果は、これまでAMSR-Eのみのデータを用いた解析 (Nihashi and Ohshima, 2015) を支持するものである。薄氷の種類を考慮した海氷生産量を用いた場合、最も相関係数が高くなる風成分は、active frazilが卓越する場合はより西向き（定着氷から吹いてくる）方向で、thin solid iceが卓越する場合はより北向き（大陸から吹いてくる）方向であった。またactive frazilは、陸地と定着氷の両方に沿って形成されるというよりは、定着氷沿いに形成されるケースが多いことが示された。冬季間（5–8月）で平均した気温，風速，定着氷の張り出しを用いて、海氷生産量に対する重回帰分析を行った。データ数は限られるが、R=0.77でこれらのパメータから生産量を説明することができた。この回帰直線を用いると、衛星データが存在する以前の海氷生産量を気象データからある程度再現できると考えられる。以上の結果は、アムンゼン海ポリニヤの形成・変動に定着氷が重要な役割を示唆しているものであり、今後も南極海の沿岸ポリニヤならびに定着氷を継続的にモニタリングしていくことは、気候変動の影響を理解していく上でも重要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：南極海、沿岸ポリニヤ、アムンゼン海ポリニヤ
Keywords: Antarctic Ocean, coastal polynya, Amundsen Sea Polynya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of thin ice thickness and discrimination of ice type from AMSR2 passive microwave data

*中田 和輝[1]、田丸 直也[1]、二橋 創平[2]、大島 慶一郎[3]
*Kazuki Nakata[1], Tamaru Naoya[1], Sohey Nihashi[2], Kay I. Ohshima[3]

1. 一般財団法人リモート・センシング技術センター、2. 苫小牧工業高等専門学校、3. 北海道大学低温科学研究所
1. Remote Sensing Technology Center of Japan, 2. National Institute of Technology, Tomakomai College, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Antarctic coastal polynyas (thin ice and/or low ice concentration area) are areas of high ice production due to huge heat loss to the atmosphere. Dense water formed by the high ice production is a significant source of Antarctic Bottom Water. Thin ice thickness algorithms that use satellite passive microwave data have been developed to detect coastal polynyas and estimates thin ice thickness on a daily timescale. In these algorithms, ice thickness of <20 cm is empirically estimated based on a negative correlation relationship between polarization ratio (PR) of brightness temperatures (TBs) and ice thickness (hi). However, the dispersion of the data points of PR-hi relationship was relatively large. Nakata et al. (2019) revealed that two thin ice types (active frazil and thin solid ice) cause this dispersion using AMSR-E data (2002-2011). They detected these ice types based on a PR-GR (Gradient Ratio) relationship. And thin ice thickness was estimated from PR-hi relationships for each ice type. This new thin ice algorithm can improve the accuracy of the thin-ice thickness estimation. In this study, we have examined whether this new algorithm can apply to data from AMSR2 which the successor of AMSR-E. The footprint size of AMSR2 is improved by about 85% from AMSR-E in spite of the frequency channels are the same. By adding AMSR2 data, thin-ice thickness, ice type, and ice production data set with a higher spatial resolution can be obtained from 2002 to the present.
We use TBs at 36 and 89 GHz from AMSR2 Level 1B data. The footprint sizes are 12 km ×7 km and 5 km × 3 km, respectively. Ice thickness for comparison with AMSR2 PR is derived from clear-sky thermal infrared images by MODIS with a spatial resolution of 1 km. Backscatter images acquired by C-band SAR (C-SAR) on the ESA’s Sentinel-1 satellite with a spatial resolution of 90 m are used to validate two thin ice types. We use these satellite data obtained at Ross Ice Shelf and Cape Darnley polynya areas.
AMSR2 PR-hi relationships for two ice types differs clearly as in Nakata et al. (2019). We estimate ice thickness using lines that best fit into the AMSR-E PR-hi relationships (Nakata et al., 2019) using AMSR2 data. And then, mean bias and root-mean-square error (RMSE) of the data points from the lines are calculated. The errors are slightly larger than the cases of AMSR-E data. When ice thickness is <10 cm, mean bias and RMSE for active frazil are -2.0 and 1.0 cm, respectively, while those for thin solid ice are -6.2 and 9.8 cm, respectively. For ice thickness of 10-20 cm (only for thin solid ice), the bias and RMSE are -5.9 and 9.9 cm, respectively. We also have confirmed that two ice types can be detected using AMSR2 data by a method for AMSR-E data proposed by Nakata et al. (2019). The results of this study indicate that the new thin ice algorithm for AMSR-E data can apply to the AMSR2 data.

キーワード：薄氷厚、アイスタイプ、AMSR2、沿岸ポリニヤ
Keywords: Thin ice thickness, Ice type, AMSR2, Coastal polynya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[M-IS15] 遠洋域の進化

コンビーナ:松岡 篤(新潟大学理学部)、木元 克典(独立行政法人海洋研究開発機構)、栗原 敏之(新潟大学大学院自然科学研究科)、尾上 哲治(熊本大学大学院自然科学研究科)

This session focuses on the evolution of ecosystem in the pelagic realms,
including discussions on all aspects of pelagic biota covering biostratigraphy,
biochronology, evolution, and biogeography, which are important to the
reconstruction of the spatio-temporal framework in the pelagic realm.
Reconstructions of plate configuration through time are included in the scope of
 this session. Biological, geochemical, sedimentological approaches to the
pelagic environments are welcomed.

[MIS15-P01] イクチオリス層序に基づく南太平洋レアアース泥の堆積年代および堆積場の制約

*三鍋 秀悟[1]、見邨 和英[1]、中村 謙太郎[1]、大田 隼一郎[2,1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[MIS15-P02] Radiolarian phylogeny around the Jurassic–Cretaceous boundary

*松岡 篤[1] (1.新潟大学理学部)

[MIS15-P03] 黒瀬川帯横倉山・鴻ノ森地域における後期シルル紀・前期デボン紀の放散虫化石群集

*栗原 敏之[1]、土屋 香織[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

イクチオリス層序に基づく南太平洋レアアース泥の堆積年代および堆積場の制約

Ichthyolith stratigraphy constraints on ages and areas of REY-rich mud deposition in the South Pacific Ocean

*三鍋 秀悟[1]、見邨 和英[1]、中村 謙太郎[1]、大田 隼一郎[2,1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[3,1,2]
*Shugo Minabe[1], Kazuhide Mimura[1], Kentaro Nakamura[1], Junichiro Ohta[2,1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Koichiro Fujinaga[2,1], Shiki Machida[2], Yasuhiro Kato[3,1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3. 東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター
1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resource Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources, School of Engineering, The University of Tokyo

REY-rich mud, a type of deep-sea sediment containing high concentrations of rare-earth elements and yittrium (REY), is widely distributed in the North and South Pacific Oceans [1]. It is expected to be a new resource of the critical elements that are essential for multiple high-tech devices and environment-friendly technologies. Recently, high-grade REY-rich mud layers have been discovered in the western North Pacific Ocean [2], whereas the formation process of the layers is still unclear.

Clarifying the depositional ages and areas of the high-grade REY-rich mud layers is the key to understanding their formation process. Regarding the North Pacific Ocean, the ages and areas of deposition of the high-grade REY-rich mud layers have been constrained recently [3,4]. In contrast, the ages and areas of deposition of the high-grade REY-rich mud in the South Pacific Ocean have been poorly understood, although high-grade REY-rich mud layers comparable to that in the North Pacific Ocean have been recognized [5,6].

In this study, based on the ichthyolith stratigraphy, we constrained the depositional age of high-grade REY-rich mud layers at the IODP Sites U1366 and U1370 that were drilled in the South Pacific Gyre [7]. Ichthyolith is a type of microfossil of fish teeth and denticles, which remains well even in deep-sea sediments beneath the carbonate compensation depth (CCD). Therefore, it has been used for age determination of pelagic clay with a paucity of typical age-diagnostic microfossils such as foraminifera or radiolaria [8]. We determined the depositional age of the high-grade REY-rich mud layers based on identification of more than 700 ichthyoliths contained in the sediments at Sites U1366 and U1370 and collation of them with the already known taxa associated with the ages. Based on the age data, we also located the depositional area of the layers by backtracking of plate motion. Consequently, we revealed that the depositional area of REY-rich mud during the Paleogene was significantly extended to the south of the present one. Moreover, based on the constrained depositional age, we suggest that the period of high-grade REY-rich mud deposition in the South Pacific Ocean likely continued for up to 50 million years, which is much longer than that in the North Pacific Ocean.

References

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Kato, Y. et al. (2011) *Nature Geoscience* **4**, 535-539.
[2] Iijima, K. et al. (2016) *Geochemical Journal* **50**, 557-573.
[3] Mimura, K. et al. (2018) *JpGU Meeting 2018*
[4] Yamamoto, K. et al. (2018) *JpGU Meeting 2018*.
[5] Nakamura, K. et al. (2017) *JpGU Meeting 2017*.
[6] Yasukawa, K. et al. (2016) *Scientific Reports* **6**, 29603.
[7] D'Hondt et al. (2011) *Proceedings of IODP Expedition 329*.
[8] Doyle, P. S., and Riedel, W. R., (1979) *Scripps institution of Oceanography*, University of California, San Diego, 1-231.

キーワード：レアアース泥、イクチオリス、堆積年代、堆積場、南太平洋
Keywords: REY-rich mud, ichthyolith, depositional age, depositional area, South Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiolarian phylogeny around the Jurassic–Cretaceous boundary

*松岡 篤[1]
*Atsushi Matsuoka[1]

1. 新潟大学理学部
1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University

The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Jurassic–Cretaceous boundary (JKB) is the last among the GSSPs in the Phanerozoic. It is defined as the base of the Berriasian Stage. Radiolarians are good candidates for defining the JKB because they are wide spread and can be found both pelagic and neritic marine environments. Pelagic sequences across the JKB have been reported in ODP/IODP sites in the western Pacific and land sections in Japan, the Philippines, southern Tibet, Iran and others. Evolutionary lineages of several radiolarian taxa across the JKB are reviewed and suitable bioevents, which are approximate to the JKB, are presented. These lineages include the radiolarian genera: *Alievium, Archaeodictyomitra, Cinguloturris, Complexapora, Crococapsa, Doliocapsa, Emiluvia, Eucyrtidiellum, Hemicryptocapsa, Hsuum, Loopus, Mirifusus, Mesovallupus, Neorelumbra, Pantanellium, Protovallupus, Protunuma, Pseudodictyomitra, Ristola, Spinosicapsa, Tethysetta, Thanarla, Vallupus, Xitus,* and *Zhamoidellum*. Among them the *Loopus–Pseudodictyomitra* lineage, the *Protovallupus –Mesovallupus–Vallupus* lineage, and *Complexapora* lineage are important phylogeny for defining the JKB.

キーワード：ジュラ・白亜系境界、放散虫、系統進化
Keywords: Jurassic–Cretaceous boundary , radiolarians, phylogeny

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

黒瀬川帯横倉山・鴻ノ森地域における後期シルル紀・前期デボン紀の放散虫化石群集

Late Silurian and Early Devonian radiolarian assemblages from the Yokokurayama and Konomori areas in the Kurosegawa belt, Southwest Japan

*栗原 敏之[1]、土屋 香織[2]
*Toshiyuki Kurihara[1], Kaori Tsuchiya[2]

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部
1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2. Faculty of Science, Niigata University

The radiolarian biozonations for the Upper Silurian to Lower Devonian in the Kurosegawa belt, Southwest Japan, were developed by Furutani (1983), Wakamatsu et al. (1990), Aitchison et al. (1996), and Umeda (1998b), based mainly upon the studies of tuffaceous clastic strata in the Yokokurayama and Konomori areas. However, the availability of only sparse data of latest Silurian to Early Devonian radiolarians in the 1990s has hampered age assignments of the radiolarian assemblages. In addition, since most information on radiolarians from this belt has come from spot localities with poor chronostratigraphic control, little is known about faunal transition during this time period.

We recognized three radiolarian assemblages (YK-1 to 3) from fine-grained portion of an alternating tuffaceous sandstone and mudstone sequence of the Nakahata Formation (Umeda, 1998a) in the Yokokurayama area. YK-1 is characterized by diverse species of inaniguttids with a large spherical outer cortical shell (200 to 300 μm), including *Oriundogutta* (?) *kingi*, *Zadrappolus yoshikiensis*, and *Fusalfanus* (?) sp. YK-2 contains *Praespongocoelia* (?) sp. and *Futobari* (?) spp., which are somewhat similar to *Futobari solidus* in their external appearances (but they differ from *F. solidus* in the cortical shell structure and spine morphology). YK-3 is characterized by the occurrences of some inaniguttids, small spherical radiolarians with short bladed spines, and *Deflantrica solidum*. Four radiolarian assemblages (KN-1 to 4) from felsic tuff and fine-grained portion of an alternating tuffaceous sandstone and mudstone in the Konomori area. KN-1 characteristically contains *Pseudospongoprunum sagittatum*. The species compositions of KN-2 and 4 are very similar to those of YK-2 and 3, respectively, and therefore they can be correlated each other. KN-3 is characterized by *Praespongocoelia robusta* and small spherical radiolarians.

The age of KN-1 is Late Silurian based on the occurrence of *P. sagittatum* (Noble, 1994; Umeda, 1998b). Considering the species composition of YK-1, characterized by large inaniguttids, this assemblage is also Late Silurian in age. In the previous study (Umeda, 1998b), the stratigraphic interval yielding YK-2 and 3, and KN-2 to 4 was subdivided into *Futobari solidus* and *Trilonche* (?) sp. A zones; however, YK-2, KN-2, and KN-3 contain no *F. solidus*. Recently, Late Silurian (Ludlovian) chitinozoans have been reported from the type locality of *F. solidus* (Ichinotani of the Yoshiki Formation in the Hida Gaien belt: Vandenbroucke et al., 2019). Therefore, the age of these assemblages is Ludlovian or younger. The palaeoscenidiid-dominated fauna (YK-3 and KN-4) is Early Devonian in age, based on the correlation with a similar fauna of the Hida Gaien belt (Sato and Kurihara, 2018 JpGU). The result of the present study suggests that a gradual faunal change from an inaniguttid-dominated fauna to a palaeoscenidiid-dominated fauna took place some time in latest Silurian to early Devonian.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_36

[M-IS15] 遠洋域の進化

コンビーナ:松岡 篤(新潟大学理学部)、木元 克典(独立行政法人海洋研究開発機構)、栗原 敏之(新潟大学大学院自然科学研究科)、尾上 哲治(熊本大学大学院自然科学研究科)

This session focuses on the evolution of ecosystem in the pelagic realms,
including discussions on all aspects of pelagic biota covering biostratigraphy,
biochronology, evolution, and biogeography, which are important to the
reconstruction of the spatio-temporal framework in the pelagic realm.
Reconstructions of plate configuration through time are included in the scope of
 this session. Biological, geochemical, sedimentological approaches to the
pelagic environments are welcomed.

[MIS15-P01] イクチオリス層序に基づく南太平洋レアアース泥の堆積年代および堆積場の制約

*三鍋 秀悟[1]、見邨 和英[1]、中村 謙太郎[1]、大田 隼一郎[2,1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター)

[MIS15-P02] Radiolarian phylogeny around the Jurassic–Cretaceous boundary

*松岡 篤[1] (1.新潟大学理学部)

[MIS15-P03] 黒瀬川帯横倉山・鴻ノ森地域における後期シルル紀・前期デボン紀の放散虫化石群集

*栗原 敏之[1]、土屋 香織[2] (1.新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部)

イクチオリス層序に基づく南太平洋レアアース泥の堆積年代および堆積場の制約

Ichthyolith stratigraphy constraints on ages and areas of REY-rich mud deposition in the South Pacific Ocean

*三鍋 秀悟[1]、見邨 和英[1]、中村 謙太郎[1]、大田 隼一郎[2,1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、加藤 泰浩[3,1,2]
*Shugo Minabe[1], Kazuhide Mimura[1], Kentaro Nakamura[1], Junichiro Ohta[2,1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Koichiro Fujinaga[2,1], Shiki Machida[2], Yasuhiro Kato[3,1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3. 東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター
1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resource Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources, School of Engineering, The University of Tokyo

REY-rich mud, a type of deep-sea sediment containing high concentrations of rare-earth elements and yittrium (REY), is widely distributed in the North and South Pacific Oceans [1]. It is expected to be a new resource of the critical elements that are essential for multiple high-tech devices and environment-friendly technologies. Recently, high-grade REY-rich mud layers have been discovered in the western North Pacific Ocean [2], whereas the formation process of the layers is still unclear.

Clarifying the depositional ages and areas of the high-grade REY-rich mud layers is the key to understanding their formation process. Regarding the North Pacific Ocean, the ages and areas of deposition of the high-grade REY-rich mud layers have been constrained recently [3,4]. In contrast, the ages and areas of deposition of the high-grade REY-rich mud in the South Pacific Ocean have been poorly understood, although high-grade REY-rich mud layers comparable to that in the North Pacific Ocean have been recognized [5,6].

In this study, based on the ichthyolith stratigraphy, we constrained the depositional age of high-grade REY-rich mud layers at the IODP Sites U1366 and U1370 that were drilled in the South Pacific Gyre [7]. Ichthyolith is a type of microfossil of fish teeth and denticles, which remains well even in deep-sea sediments beneath the carbonate compensation depth (CCD). Therefore, it has been used for age determination of pelagic clay with a paucity of typical age-diagnostic microfossils such as foraminifera or radiolaria [8]. We determined the depositional age of the high-grade REY-rich mud layers based on identification of more than 700 ichthyoliths contained in the sediments at Sites U1366 and U1370 and collation of them with the already known taxa associated with the ages. Based on the age data, we also located the depositional area of the layers by backtracking of plate motion. Consequently, we revealed that the depositional area of REY-rich mud during the Paleogene was significantly extended to the south of the present one. Moreover, based on the constrained depositional age, we suggest that the period of high-grade REY-rich mud deposition in the South Pacific Ocean likely continued for up to 50 million years, which is much longer than that in the North Pacific Ocean.

References

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Kato, Y. et al. (2011) *Nature Geoscience* **4**, 535-539.
[2] Iijima, K. et al. (2016) *Geochemical Journal* **50**, 557-573.
[3] Mimura, K. et al. (2018) *JpGU Meeting 2018*
[4] Yamamoto, K. et al. (2018) *JpGU Meeting 2018*.
[5] Nakamura, K. et al. (2017) *JpGU Meeting 2017*.
[6] Yasukawa, K. et al. (2016) *Scientific Reports* **6**, 29603.
[7] D'Hondt et al. (2011) *Proceedings of IODP Expedition 329*.
[8] Doyle, P. S., and Riedel, W. R., (1979) *Scripps institution of Oceanography*, University of California, San Diego, 1-231.

キーワード：レアアース泥、イクチオリス、堆積年代、堆積場、南太平洋
Keywords: REY-rich mud, ichthyolith, depositional age, depositional area, South Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiolarian phylogeny around the Jurassic–Cretaceous boundary

*松岡 篤[1]
*Atsushi Matsuoka[1]

1. 新潟大学理学部
1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University

The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Jurassic–Cretaceous boundary (JKB) is the last among the GSSPs in the Phanerozoic. It is defined as the base of the Berriasian Stage. Radiolarians are good candidates for defining the JKB because they are wide spread and can be found both pelagic and neritic marine environments. Pelagic sequences across the JKB have been reported in ODP/IODP sites in the western Pacific and land sections in Japan, the Philippines, southern Tibet, Iran and others. Evolutionary lineages of several radiolarian taxa across the JKB are reviewed and suitable bioevents, which are approximate to the JKB, are presented. These lineages include the radiolarian genera: *Alievium, Archaeodictyomitra, Cinguloturris, Complexapora, Crococapsa, Doliocapsa, Emiluvia, Eucyrtidiellum, Hemicryptocapsa, Hsuum, Loopus, Mirifusus, Mesovallupus, Neorelumbra, Pantanellium, Protovallupus, Protunuma, Pseudodictyomitra, Ristola, Spinosicapsa, Tethysetta, Thanarla, Vallupus, Xitus,* and *Zhamoidellum*. Among them the *Loopus–Pseudodictyomitra* lineage, the *Protovallupus –Mesovallupus–Vallupus* lineage, and *Complexapora* lineage are important phylogeny for defining the JKB.

キーワード：ジュラ・白亜系境界、放散虫、系統進化
Keywords: Jurassic–Cretaceous boundary , radiolarians, phylogeny

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

黒瀬川帯横倉山・鴻ノ森地域における後期シルル紀・前期デボン紀の放散虫化石群集

Late Silurian and Early Devonian radiolarian assemblages from the Yokokurayama and Konomori areas in the Kurosegawa belt, Southwest Japan

*栗原 敏之[1]、土屋 香織[2]
*Toshiyuki Kurihara[1], Kaori Tsuchiya[2]

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部
1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2. Faculty of Science, Niigata University

The radiolarian biozonations for the Upper Silurian to Lower Devonian in the Kurosegawa belt, Southwest Japan, were developed by Furutani (1983), Wakamatsu et al. (1990), Aitchison et al. (1996), and Umeda (1998b), based mainly upon the studies of tuffaceous clastic strata in the Yokokurayama and Konomori areas. However, the availability of only sparse data of latest Silurian to Early Devonian radiolarians in the 1990s has hampered age assignments of the radiolarian assemblages. In addition, since most information on radiolarians from this belt has come from spot localities with poor chronostratigraphic control, little is known about faunal transition during this time period.

We recognized three radiolarian assemblages (YK-1 to 3) from fine-grained portion of an alternating tuffaceous sandstone and mudstone sequence of the Nakahata Formation (Umeda, 1998a) in the Yokokurayama area. YK-1 is characterized by diverse species of inaniguttids with a large spherical outer cortical shell (200 to 300 μm), including *Oriundogutta* (?) *kingi*, *Zadrappolus yoshikiensis*, and *Fusalfanus* (?) sp. YK-2 contains *Praespongocoelia* (?) sp. and *Futobari* (?) spp., which are somewhat similar to *Futobari solidus* in their external appearances (but they differ from *F. solidus* in the cortical shell structure and spine morphology). YK-3 is characterized by the occurrences of some inaniguttids, small spherical radiolarians with short bladed spines, and *Deflantrica solidum*. Four radiolarian assemblages (KN-1 to 4) from felsic tuff and fine-grained portion of an alternating tuffaceous sandstone and mudstone in the Konomori area. KN-1 characteristically contains *Pseudospongoprunum sagittatum*. The species compositions of KN-2 and 4 are very similar to those of YK-2 and 3, respectively, and therefore they can be correlated each other. KN-3 is characterized by *Praespongocoelia robusta* and small spherical radiolarians.

The age of KN-1 is Late Silurian based on the occurrence of *P. sagittatum* (Noble, 1994; Umeda, 1998b). Considering the species composition of YK-1, characterized by large inaniguttids, this assemblage is also Late Silurian in age. In the previous study (Umeda, 1998b), the stratigraphic interval yielding YK-2 and 3, and KN-2 to 4 was subdivided into *Futobari solidus* and *Trilonche* (?) sp. A zones; however, YK-2, KN-2, and KN-3 contain no *F. solidus*. Recently, Late Silurian (Ludlovian) chitinozoans have been reported from the type locality of *F. solidus* (Ichinotani of the Yoshiki Formation in the Hida Gaien belt: Vandenbroucke et al., 2019). Therefore, the age of these assemblages is Ludlovian or younger. The palaeoscenidiid-dominated fauna (YK-3 and KN-4) is Early Devonian in age, based on the correlation with a similar fauna of the Hida Gaien belt (Sato and Kurihara, 2018 JpGU). The result of the present study suggests that a gradual faunal change from an inaniguttid-dominated fauna to a palaeoscenidiid-dominated fauna took place some time in latest Silurian to early Devonian.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 302 3F

[M-IS15] 遠洋域の進化

コンビーナ:松岡 篤(新潟大学理学部)、木元 克典(独立行政法人海洋研究開発機構)、栗原 敏之(新潟大学大学院自然科学研究科)、尾上 哲治(熊本大学大学院自然科学研究科)、座長:松岡 篤、栗原 敏之

This session focuses on the evolution of ecosystem in the pelagic realms,
including discussions on all aspects of pelagic biota covering biostratigraphy,
biochronology, evolution, and biogeography, which are important to the
reconstruction of the spatio-temporal framework in the pelagic realm.
Reconstructions of plate configuration through time are included in the scope of
 this session. Biological, geochemical, sedimentological approaches to the
pelagic environments are welcomed.

15:30 ~ 15:45

[MIS15-01] DSDP/ODPの遠洋性粘土コアに記録された北太平洋における新生代の環境変動

*見邨 和英[1]、山本 克志[1]、中村 謙太郎[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、臼井 洋一[3]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.JAMSTEC)

15:45 ~ 16:00

[MIS15-02] 美濃帯の下部ジュラ系遠洋深海堆積岩に記録された海洋酸化還元状態の復元

*曽田 勝仁[1] (1.熊本大学自然科学研究科)

16:00 ~ 16:15

[MIS15-03] パンサラッサ遠洋域深海堆積岩における中部三畳系アニシアン統のコノドント生層序—放散虫化石帯との統合—

*武藤 俊[1]、高橋 聡[1]、山北 聡[2]、曽田 勝仁[3]、尾上 哲治[3] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.宮崎大学教育学部、3.熊本大学先端科学研究部)

16:15 ~ 16:30

[MIS15-04] 美濃帯坂祝セクションの層状チャートから解読した三畳紀海水Os同位体比変動

★招待講演

*野崎 達生[1,2,3,4]、二階堂 崇[5]、尾上 哲治[6]、高谷 雄太郎[7,1,2,4]、佐藤 佳子[1]、木村 純一[8]、常 青[8]、山下 大輔[6]、佐藤 峰南[4,1]、鈴木 勝彦[1]、加藤 泰浩[2,4]、松岡 篤[5] (1. JAMSTEC・資源、2.東大・工、3.神戸大・理、4.千葉工大・次世代資源、5.新潟大・自然科学、6.熊本大・自然科学、7.早大・創造理工、8.JAMSTEC・D-SEG)

16:30 ~ 16:45

[MIS15-05] **The preservation of radiolarians across the Jurassic-Cretaceous (J/K) boundary in the Bosso Valley section, Central Italy**

*リ シン[1]、松岡 篤[2]、ベルティ アンジェラ[3]、キアーリ マルコ[4] (1.中国科学院の南京地質古生物研究所、2.新潟大学、3.ペルージャ大学、4.イタリアの地質と資源研究所)

16:45 ~ 17:00

[MIS15-06] Radiolarian faunas around the Jurassic-Cretaceous boundary in the Bosso Valley section, central Italy

*松岡 篤[1]、Xin Li[2]、Marco Chiari[3]、Angela Bertinelli[4] (1.新潟大学理学部地質科学科、2.中国科学院南京地質古生物研究所、3.地質資源研究所、4.ペルージャ大学)

DSDP/ODPの遠洋性粘土コアに記録された北太平洋における新生代の環境変動

Environmental changes of the North Pacific Ocean through the Cenozoic era recorded in DSDP/ODP pelagic clay cores

*見邨 和英[1]、山本 克志[1]、中村 謙太郎[1]、安川 和孝[1,2]、大田 隼一郎[2]、藤永 公一郎[2,1]、町田 嗣樹[2]、臼井 洋一[3]、加藤 泰浩[1,2]
*Kazuhide Mimura[1], Katsushi Yamamoto[1], Kentaro Nakamura[1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Junichiro Ohta[2], Koichiro Fujinaga[2,1], Shiki Machida[2], Yoichi Usui[3], Yasuhiro Kato[1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3. JAMSTEC
1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, the University of Tokyo, 2. ORCeNG, Chiba Institute of Technology, 3. JAMSTEC

Deep-sea sediment records paleo-environmental changes thorough geologic time. Pelagic clay, one of the most common types of deep-sea sediment, is an important medium recording changes of atmospheric/oceanic circulations and surface ocean productivity that occurred in pelagic realm [1]. Despite its importance, however, less attention has been paid to the pelagic clay than to other sediments, mainly due to the two following reasons: (1) pelagic clay lacks visible features, which hampers clarifying the stratigraphic variations within pelagic clay units, (2) determining the depositional age is very difficult due to lacks of siliceous/calcareous microfossils and difficulties in identifying paleomagnetic reversals.

Our recent studies [2,3] have shown that bulk chemical composition is a very useful tool to characterize apparently homogenous pelagic clay. We previously determined bulk geochemistry of pelagic clay samples obtained from ODP sites 1149 and 1179 in the western North Pacific Ocean [2], and compared with that from LL44-GPC3 in the central North Pacific Ocean [1]. The results indicate that pelagic clay in the North Pacific is composed of common three layers, each having characteristic major- and trace-element composition [2,3]. This suggests that the problem (1) (i.e., difficulty in stratigraphic characterization) can be solved on the basis of geochemistry. Moreover, regarding the problem (2) (i.e., difficulty in age determination), we have applied biostratigraphy of ichthyolith (microfossils of fish teeth) to constraining the depositional ages of pelagic clay at sites 1149 and 1179 [3]. These achievements suggest that the problems in using pelagic clay as a recorder of paleo-environment can be overcome.

Here, we newly determined bulk chemical compositions of pelagic clay cores at DSDP sites 576, 578 and ODP Site 886, whose depositional ages were constrained [4,5]. By combining the results with our previous data, we constructed a dataset of bulk geochemistry and depositional age of pelagic clay covering a broad area in the North Pacific Ocean. The data show that the common chemostratigraphy we have reported [2,3] is truly a general feature of pelagic clay in the North Pacific Ocean. Moreover, the integration of the geochemical features and paleogeographic reconstruction suggests that the common chemostratigraphy in the North Pacific Ocean reflects the global environmental changes through the Cenozoic era.

References: [1] Kyte et al. (1993) *Geochim. Cosmochim. Acta* **57**, 1719-1740. [2] Mimura, K et al. (2017) *JpGU Meeting 2017*. [3] Mimura, K et al. (2018) *JpGU Meeting 2018*. [4] Doyle and Riedel (1985) *Init. Repts. DSDP* **86**, 349-366. [5] Ingram (1995) *Proc. ODP* **145** 399-412.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：遠洋性粘土、北太平洋、化学層序、古環境、新生代
Keywords: pelagic clay, North Pacific Ocean, chemostratigraphy, paleoenvironment, Cenozoic era

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

美濃帯の下部ジュラ系遠洋深海堆積岩に記録された海洋酸化還元状態の復元

Reconstruction of oceanic redox conditions in the Lower Jurassic (Pliensbachian–Toarcian) pelagic deep-sea bedded chert sequence of the Mino Belt, central Japan

*曽田 勝仁[1]
*Katsuhito Soda[1]

1. 熊本大学自然科学研究科
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Kumamoto University

The Pliensbachian-Toarcian interval in the Early Jurassic is characterized by a second-order marine mass extinction and remarkable worldwide palaeoenvironmental perturbations associated with the early Toarcian oceanic anoxic event (T-OAE). However, oceanic redox conditions and palaeoceanographic processes for redox sensitive elemental accumulation are unclear in the pelagic deep-sea realms of the Panthalassic Ocean. Here we show geochemical and multivariate statistical analyses in the pelagic deep-sea sedimentary rocks of the Panthalassic Ocean during the Pliensbachian-Toarcian. Three principal components (PC1, PC2, and PC3) in the redox sensitive elements explained 88.64% of the total variance. The PC1 represents the comprehensive redox variations, whose stratigraphic variations show euxinic-anoxic conditions across the Pliensbachian/Toarcian (Pl/To) boundary layer and the classical T-OAE. The PC2 depicts the sorption processes of Fe-Mn oxide minerals with transition elements, whose stratigraphic variations suggest few drawdowns of the transition elemental inventory after the Pl/To boundary layer. The PC3 delineates the active particulate shuttles by Fe (-Mn) oxide minerals, whose stratigraphic variations indicate the strong activation between the Pl/To boundary layer and the classical T-OAE. The statistical extraction of both the PC1 and the PC3 support the characteristic phenomena in the pelagic deep-sea realms of the Panthalassic Ocean under the relatively strong reductive conditions.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

パンサラッサ遠洋域深海堆積岩における中部三畳系アニシアン統のコノドント生層序ー放散虫化石帯との統合ー

Conodont biostratigraphy of Anisian pelagic deep-sea sedimentary rocks deposited in the pelagic Panthalassa—Integration with radiolarian biozones—

*武藤 俊[1]、高橋 聡[1]、山北 聡[2]、曽田 勝仁[3]、尾上 哲治[3]
*Shun Muto[1], Satoshi Takahashi[1], Satoshi Yamakita[2], Katsuhito Soda[3], Tetsuji Onoue[3]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 宮崎大学教育学部、3. 熊本大学先端科学研究部
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. Faculty of Education, University of Miyazaki, 3. Faculty of Advanced Science and Technology

The age of pelagic Panthalassic deep-sea sedimentary rocks such as bedded chert and claystone has been assigned based on radiolarian biozones. However, Middle Triassic radiolarian biozones of pelagic Panthalassic deep-sea strata are not precisely correlated to the standard geological timescale. In order to establish a direct correlation between the pelagic Panthalassic radiolarian biozones and the standard geological timescale, we investigated conodont biostratigraphy in two radiolarian-controlled bedded chert sections of Anisian age: the Ajiro Island section in Oita Prefecture and the Kurusu section in Aichi Prefecture. We recognised six conodont biozones in the studied sections: the upper Olenekian *Novispathodus brevissimus-Icriospathodus collinsoni* and *Triassospathodus homeri* Zones, the lower Anisian *Chiosella timorensis* Zone, the middle Anisian *Paragondolella bulgarica* Zone, the upper Anisian *Paragondolella excelsa* Zone and the uppermost Anisian to lowermost Ladinian *Paragondolella trammeri* Zone. Based on the recognition on these conodont zones, we reassessed the age of the Triassic radiolarian biozones defined by Sugiyama (1997, *Bull. Mizunami Foss. Mus.*, vol. 24, p. 79–193). Sugiyama’s radiolarian TR 1 Zone, previously considered to be of Olenekian age, extends to the middle Anisian. The TR 2A Zone, the TR 2B Zone and the lower part of the TR 2C Zone are correlated to the middle Anisian, while the upper part of the TR 2C Zone and the lower part of the TR 3A Zone are correlated to the upper Anisian. The upper part of the TR 3A Zone and the lower part of the TR 3B Zone are probably correlative to the uppermost Anisian, but the possibility that they are correlative to the lowermost Ladinian cannot be ruled out.

キーワード：層状チャート、微化石層序、ジュラ紀付加体
Keywords: bedded chert, microbiostratigraphy, Jurassic accretionary complex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

美濃帯坂祝セクションの層状チャートから解読した三畳紀海水Os同位体比変動

Triassic marine Os isotope record reconstructed from a pelagic chert succession, Sakahogi section, Mino Belt, southwest Japan

*野崎 達生[1,2,3,4]、二階堂 崇[5]、尾上 哲治[6]、高谷 雄太郎[7,1,2,4]、佐藤 佳子[1]、木村 純一[8]、常 青[8]、山下 大輔[6]、佐藤 峰南[4,1]、鈴木 勝彦[1]、加藤 泰浩[2,4]、松岡 篤[5]
*Tatsuo Nozaki[1,2,3,4], Takashi Nikaido[5], Tetsuji Onoue[6], Yutaro Takaya[7,1,2,4], Keiko Sato[1], Jun-Ichi Kimura[8], Qing Chang[8], Daisuke Yamashita[6], Honami Sato[4,1], Katsuhiko Suzuki[1], Yasuhiro Kato[2,4], Atsushi Matsuoka[5]

1. JAMSTEC・資源、2. 東大・工、3. 神戸大・理、4. 千葉工大・次世代資源、5. 新潟大・自然科学、6. 熊本大・自然科学、7. 早大・創造理工、8. JAMSTEC・D-SEG
1. JAMSTEC/R&D CSR, 2. Univ. of Tokyo, 3. Kobe Univ., 4. ChibaTech, 5. Niigata Univ., 6. Kumamoto Univ., 7. Waseda Univ., 8. JAMSTEC/D-SEG

Pelagic cherts preserved in accretionary complexes represent former seafloor sediment that can retain geochemical evidence of paleoceanographic conditions that predate the oldest extant oceanic crust. The ratio of Os isotopes in seawater, in particular, is of wide interest as a source of insight into notable geologic events such as oceanic anoxic events, rapid global warming episodes, and eruption of large igneous provinces, but marine Os isotope records from before 80 Ma are scarce. We present a record of secular variations of marine Os isotope ratios from a thick, continuous succession of Middle and Upper Triassic pelagic chert in the Sakahogi section of the Mino Belt accretionary complex.

キーワード：チャート、Re-Os同位体、三畳紀、付加体、美濃帯、西南日本
Keywords: Chert, Re-Os isotope, Triassic, Accretionary complex, Mino Belt, Southwest Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The preservation of radiolarians across the Jurassic-Cretaceous (J/K) boundary in the Bosso Valley section, Central Italy

*リ シン[1]、松岡 篤[2]、ベルティ アンジェラ[3]、キアーリ マルコ[4]
*XIN LI[1], Atsushi Matsuoka[2], Angela Bertinelli[3], Marco Chiari[4]

1. 中国科学院の南京地質古生物研究所、2. 新潟大学、3. ペルージャ大学、4. イタリアの地質と資源研究所
1. State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, 2. Niigata University, 3. Università degli Studi di Perugia, 4. Istituto di Geoscienze e Georisorse

The Bosso Valley section is located near the Pianello-Cagli road and follows the Bosso River in the Umbria-Marche area of the Central Italy. The pronounced increase in abundance of *Calpionella alpina* documented at the base of *Calpionella* zone was accepted as the Jurassic–Cretaceous boundary (JKB) indicator in the Bosso Valley section. The magnetostratigraphical record of the JKB has been correlated with the *Calpionella* zone. The JKB is placed between Beds 77 and 78 (Housa et al. 2004). The Maiolica Formation, which crosses the JKB, is characterized by whitish, beige to gray colored, well-bedded limestones with abundant black to gray chert layers and chert nodules and marly intervals. Certain horizons in the Bosso Valley section yield well-preserved radiolarians, significant for the correlation of deep marine sediments. In order to establish radiolarian biostratigraphy across the JKB, detailed study was conducted to elucidate relationship between lithology and preservation of radiolarians in the Bosso Valley section.

Thin sections of 19 samples were observed to elucidate the relationship between lithology and preservation of radiolarians. Three samples of micritic limestone below the JKB (Beds 73, 75, and 77) and two samples above the JKB were collected for analyzing. The limestone samples were immersed in 10% hydrochloric acid for 30 to 60 minutes, then washed, dried and examined under a binocular microscope and a scanning electron microscope.

Radiolarians are abundant both in the chert bands or nodules and in the limestone. Preservation of radiolarians varies in different parts because of the diagenesis. Surfaces of etched limestone are observed and divided into different parts, based on the preservation of radiolarians. Radiolarians are generally calcified in the pure lime beds. Radiolarians are generally bad preserved in the chert bands or nodules. Well-preserved radiolarians are located inside the lime part near the chert bands or nodules. Primary results of radiolarian assemblages near the JKB are proposed. Limestones near chert layers or nodules in the Bosso Valley section enable radiolarian biostratigraphic study across the JKB.

キーワード：保存、放散虫、ジュラ紀白亜紀（J/K）の境界
Keywords: preservation, radiolarians, Jurassic-Cretaceous (J/K) boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiolarian faunas around the Jurassic-Cretaceous boundary in the Bosso Valley section, central Italy

*松岡 篤[1]、Xin Li[2]、Marco Chiari[3]、Angela Bertinelli[4]
*Atsushi Matsuoka[1], XIN LI[2], Marco Chiari[3], Angela Bertinelli[4]

1. 新潟大学理学部地質科学科、2. 中国科学院南京地質古生物研究所、3. 地質資源研究所、4. ペルージャ大学
1. Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, 2. Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciense, 3. C.N.R., Istituto di Geoscienze e Georisorse, sede secondaria di Firenze, 4. Dipartimento di Fisica e Geologia, Università degli Studi di Perugia

The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Jurassic–Cretaceous boundary (JKB) is the last among the GSSPs in the Phanerozoic. It is defined as the base of the Berriasian Stage. The formal definition was decided in 2016 to use the base of the *Calpionella alpina* Subzone as the primary marker by the Berriasian Working Group in the International Subcommission on Cretaceous Stratigraphy. The definition is satisfactorily applicable for shallow marine deposits within the western Tethys, north Atlantic and central-south America. Unfortunately, the primary marker taxon cannot be found in the Pacific and circum-Pacific regions because of the limited distribution of *Calpionella*. To determine the base of the Berriasian outside of the *Calpionella* territory, alternative markers are needed.

Radiolarians are good candidates for defining the JKB because they are wide spread and can be found both shallow and deep sedimentary facies. Pelagic sequences across the JKB have been reported in ODP/IODP sites in the western Pacific and land sections in Japan, the Philippines, southern Tibet, Iran and others. Evolutionary lineages of several radiolarian taxa across the JKB are reviewed and suitable bioevents, which are approximate to the JKB, are presented. The *Loopus–Pseudodictyomitra* lineage can be the most important phylogeny for defining the JKB.

The Bosso Valley section in Umbria–Marche, central Italy, is one of potential candidates for GSSP of the JKB. The Maiolica Formation, which crosses the JKB, is characterized by whitish, beige to gray colored, well-bedded micritic limestones with abundant black to gray chert layers and nodules. Calpionellid stratigraphy and magnetostratigraphy have been studied sufficiently in the section. The base of the *Calpionella alpina* Subzone, i.e. the JKB, is placed between Beds 77 and 78. We carried out detailed field observations and careful sample collections in a 4-m interval across the JKB. Acid-etched examination of rock samples revealed that well-preserved radiolarians are recognized inside the lime part near the chert layers or nodules. Several samples of micritic limestone below and above the JKB yield well-preserved radiolarians. The result of radiolarian faunal analysis in the Bosso Valley section is presented.

キーワード：ジュラ-白亜系境界、GSSP、放散虫
Keywords: Jurassic–Cretaceous boundary , GSSP, Radiolaria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 201B 2F

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)、座長:加納 靖之 (東京大学 地震研究所)、岩橋 清美、磯部 洋明、芳村 圭、玉澤 春史

現代の地球惑星科学において観測データは不可欠であるが，一方でそのデータを取得し始めたのは地球の歴史から見ればあまりに最近である．様々な長期変動を議論したり，非常に稀な現象をとらえたりするには，現代観測以前の情報を有効に活用しなければならない．人々が様々な場面で記録した記録は，歴史的な価値と同時に，自然科学の重要な観測記録の側面ももつ．

歴史資料を利用した地球惑星科学研究は，歴史地震学，歴史気象学・気候学，歴史天文学など，様々な分野で行われているが，分野間連携により資料・データや手法，モデルなどそれぞれの知見を共有することで新たな知見が得られる．歴史資料の利用にあたってはその信頼性や書かれた社会背景なども吟味する必要があり、歴史学者の参画が必須である。同時に、現代自然科学の観点から歴史史料に残された現象を読み解くことは、翻って歴史学にも新たな知見をもたらし得る。

人文情報学の発達や，歴史資料を使用したデータ同化といった新手法など，近年の新たな動きを概観するとともに，自然科学，社会科学，人文科学にわたる幅広い研究者の間の交流や対話をうながし，新たなアイデアを創出する．

9:00 ~ 9:05

Introduction

9:05 ~ 9:30

[MIS17-01] 古文書から復元する近世日本の森林環境

★招待講演

*白水 智[1] (1.中央学院大学)

9:30 ~ 9:45

[MIS17-02] バビロン天文日誌の研究：現状と展望

*三津間 康幸[1] (1.東京大学)

9:45 ~ 10:00

[MIS17-03] 大型太陽フレアを生じる太陽黒点の特徴と歴史的資料を活用した研究の可能性

*鳥海 森[1] (1.国立天文台)

10:00 ~ 10:15

[MIS17-04] 「14世紀の危機」についての環境史的考察の試み

*諫早 庸一[1] (1.北海道大学スラブ・ユーラシア研究センター)

10:15 ~ 10:30

[MIS17-05] ACRE－Japanのデータレスキュー活動による19世紀末以降のアジアモンスーン変動の解明

*松本 淳[1,2]、井上 知栄[1]、藤部 文昭[1]、浜田 純一[1]、林 泰一[3]、寺尾 徹[4]、村田 文絵[5]、久保田 尚之[6]、赤坂 郁美[7]、釜堀 弘隆[8]、遠藤 伸彦[9]、山本 晴彦[10]、小林 茂[11]、村治 能孝[12] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻、2.海洋研究開発機構大気海洋相互作用研究分野、3.京都大学、4.香川大学、5.高知大学、6.北海道大学、7.専修大学、8.気象研究所、9.農研機構農業環境変動研究センター、10.山口大学、11.大阪大学、12.EScoT)

古文書から復元する近世日本の森林環境
Document based reconstruction of environment of forests in the Edo period

*白水 智[1]
*SATOSHI SHIROUZU[1]

1. 中央学院大学
1. Chuogakuin University

江戸時代については、巷間、人と自然が優しく共存した時代であると称揚されることが多い。しかし、実際には自然の過剰利用による資源枯渇が発生するなど、必ずしも人は自然に優しく生きていたわけではない。

「御林書上帳」という史料がある。御林とは、庶民の利用に厳しい規制がかかった幕府・大名の統制林であったが、その日常的管理は、御林守などに任命された地元住民に委ねられていた。彼らは領主の指示により、森林の状況を詳細に調べ上げた報告書を作成し、「御林書上帳」として提出した。そこには、木の種類・太さ・高さ・本数などが列記されている。歴史学研究者にとっては、解読することはできるが、ひたすら退屈な史料である。しかし林学の研究者から見ると、この帳面は、今は見ることのできない何百年も前の森林状況のデータが埋もれた宝の山であり、当時の森林環境が鮮やかに復元できる素材である。長野県林業総合センターの小山泰弘氏に信濃国北部の森林について、これらの史料を利用して復元研究を行ってもらったところ、御林の多くは直径20～30センチほどのアカマツを中心とする疎林にすぎず、豊かな緑に覆われていたわけではないことが明らかとなった。一方で、同じ地域の栄村にあった「仙道御林」は、全く様相が異なっていた。そこはナラとブナが7割を占める13.5の森で、幹周2丈(6m。胸高直径2mに相当)を超える樹木が56本もあった。環境省が「巨木」とする木は幹周3m以上をいうが、それに相当する目通り9尺以上の樹木は1615本もあり、まさに現代なら天然記念物級の「巨木の森」だったのである。わずか200年前の日本にこのような森があったのは驚きであるが、逆に言えば、こうした森を当たり前のように存在させたのが日本の自然だったのであり、それが失われた原因は紛れもなく人為による伐採であった。日本の自然を考えるとき、人間活動の痕跡を大きな要因として加えることの重要性を示す重要な一例といえる。

民有林に相当する林地では、当然ながら過剰な伐採は進行し、有用樹種の枯渇を招く事態となった。北信濃の秋山地区では、スギ・クロベなどの有用な針葉樹は19世紀初頭までに多くを伐り尽くしてしまい、史料には「残るのはブナ・ナラ・トチなど雑木ばかり」と、どうでもいい無用な木ばかりになってしまったかのように記されている。それまで秋山で生産されていたのは、桶・曲物など目の通った針葉樹材を材料にした器物であったからである。しかし人は窮地に陥れば知恵を働かす。今度は材料を豊富に存在する広葉樹に転換し、木鉢・コースキ(木鋤)などの木工品作りに精を出すようになった。「使えない雑木」だったものが主たる素材になったのである。こうして新たな樹種の利用方法を編み出し、窮地を脱することができたが、「人欲は限りなし」と自ら記録に記す伐採状況であったことは間違いない。

また一方、「御林書上帳」を子細に見れば、必ずしも真実を正確に書き上げたものとはいえない部分もある。歳月を経て提出された２冊の書上帳間で、樹木の本数が全く同数に揃えられているのである。森林管理の不備を問われることを恐れて、明らかに数字を調整したと見られる。書き残された古文書は、やはり「人くさい」社会の産物でもあるのである。この「人くさい」社会の営み(政治・経済・制度・心意・習俗)を明らかにするのが、歴史学の真骨頂である。そしてこの「人くささ」を前提とした古文書の内容・文言の吟味、すなわち史料批判を通じて、史料はデータとしての意味をより明確に捉えられるようになる。

キーワード：歴史、森林、環境
Keywords: history, forests, environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

バビロン天文日誌の研究：現状と展望
Studies of Babylonian Astronomical Diaries: Today and the Future

*三津間 康幸[1]
*Yasuyuki Mitsuma[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

発表者はアッカド語楔形文字で粘土板に書かれた膨大な文書、『バビロン天文日誌』（以下ADB）の研究状況と今後の展望について述べる。ADBはバビロニア（主にバビロン）で前7世紀から前1世紀にかけて作成され、天文、天候、ユーフラテス河の水位、農畜産物の価格、歴史的事件などを詳細に記録する。ADBの粘土板は1500枚ほど現存するが、これまでに400枚程度が、研究者が使用できるかたちで出版されているに過ぎない。発表者は2年間ロンドンに滞在し、未発表のADB粘土板のほとんどと、既発表のADB粘土板のかなりの部分を調査し、その写真を撮影した。これをもとに、今後発表者は未発表粘土板の出版と、既発表粘土板の再校訂を行う。さらに他の研究者と共同し、ADBの天文、天候の情報から、オーロラをはじめとする古代の天文現象や古気候を復元する。

キーワード：バビロン天文日誌、バビロン、楔形文字
Keywords: Babylonian Astronomical Diaries, Babylon, Cuneiform Scripts

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大型太陽フレアを生じる太陽黒点の特徴と歴史的資料を活用した研究の可能性

Characteristics of the Sunspots that Produce Large Solar Flares and the Possibility to Investigate these Events Utilizing Historical Observational Records

*鳥海 森[1]
*Shin Toriumi[1]

1. 国立天文台
1. National Astronomical Observatory of Japan

太陽フレアは太陽表面で生じる突発的な磁気エネルギー解放現象であり、太陽黒点の周辺で発生する特に強大なイベントは、電磁波強度の増大・高エネルギー粒子の放出・コロナ質量放出を通じて直接、間接的に地球へ影響を及ぼす。史上最大規模とされる太陽フレアは1859年9月の「キャリントンイベント」であるが、このような極端現象の性質を理解するには、観測データの揃ったイベントのサンプル数を増やし、統計的研究を行う必要がある。これらの現象には現代の研究に耐えうるデータが必ずしも残されていないが、それでもなお、いくつかの手法によって太陽黒点が巨大フレアを生じた経緯や過程を明らかにできる可能性がある。講演ではまず、第24太陽活動周期（特に2010年以降6年間）に生じた太陽黒点の観測データ解析や、磁気流体シミュレーションによる黒点モデリングから明らかになったフレア黒点の形状的・磁気的特徴について述べる。続いて、黒点スケッチなど太陽活動現象に関する歴史的資料を用いて磁気活動を復元した研究例を紹介する。これらを通じて、太陽フレア黒点に関する現代の知見を過去に発生した極端現象の資料に当てはめ、現象の一端を解明する可能性について議論する。

キーワード：太陽フレア、太陽黒点、歴史的資料
Keywords: Solar flares, Sunspots, Historical documents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「14世紀の危機」についての環境史的考察の試み
An Approach of Environmental History to the "14th Century Crisis"

*諫早 庸一[1]
*Isahaya Yoichi[1]

1. 北海道大学スラブ・ユーラシア研究センター
1. Slavic-Eurasian Research Center, Hokkaido University

この報告は「14世紀の危機」について環境史的考察を試みるものである。「14世紀の危機」とは、一般に「中世の温暖期 (Medieval Warm Period: 1000～1300年)」が終わり、「小氷期 (Little Ice Age)」が始まるとされる14世紀に起きた寒冷化や天災の頻発、疫病の流行およびそれに伴うモンゴル帝国（1206～1368年）の崩壊のような政治変動を総合した「危機」を指す。天文学・気象学・地震学のような科学分野と歴史学・アーカイブ学のような人文学分野が共同する我々のプロジェクトは、分野横断的なアプローチでこの「危機」の実態に迫ることを目的の1つとしている。「14世紀の危機」は、これによりアフロ・ユーラシアにまたがった多元的な「13世紀システム」が閉じ、西洋主導の「近代世界システム」への道を開く画期として、かねてより注目されてきた。しかし、「危機」の要因――の少なくともその一部――が小氷期への移行という環境的な要因にあるのであれば、この種の生態環境の激変を考慮に入れなければ「危機」の実態は見えてこない。このプロジェクトは人間活動と生態環境との複雑な関わり合いに新たな光を当てようとするものである。

キーワード：14世紀の危機、環境史、小氷期、中世の温暖期、ユーラシア史、モンゴル帝国
Keywords: 14th Century Crisis, Environmental History, Little Ice Age, Medieval Warm Period, History of Eurasia, Mongol Empire

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ACREーJapanのデータレスキュー活動による19世紀末以降のアジアモンスーン変動の解明

Recovery of the Asian monsoon variations since the late 19th century by the data rescue activities in ACRE-Japan

*松本 淳[1,2]、井上 知栄[1]、藤部 文昭[1]、浜田 純一[1]、林 泰一[3]、寺尾 徹[4]、村田 文絵[5]、久保田 尚之[6]、赤坂 郁美[7]、釜堀 弘隆[8]、遠藤 伸彦[9]、山本 晴彦[10]、小林 茂[11]、村治 能孝[12]
*Jun Matsumoto[1,2], Tomoshige Inoue[1], Fumiaki Fujibe[1], Jun-Ichi Hamada[1], Taiichi Hayashi[3], Toru Terao[4], Fumie Murata[5], Hisayuki Kubota[6], Ikumi Akasaka[7], Hirotaka Kamahori[8], Nobuhiko Endo[9], Haruhiko Yamamoto[10], Shigeru Kobayashi[11], Yoshitaka Muraji[12]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境科学専攻、2. 海洋研究開発機構大気海洋相互作用研究分野、3. 京都大学、4. 香川大学、5. 高知大学、6. 北海道大学、7. 専修大学、8. 気象研究所、9. 農研機構農業環境変動研究センター、10. 山口大学、11. 大阪大学、12. EScoT
1. Deaprtment of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Department of Coupled Ocean-Atmosphere-Land Processes Research, 3. Kyoto University, 4. Kagawa University, 5. Kochi University, 6. Hokkaido University, 7. Senshu University, 8. Meteorological Research Institute, 9. NARO/NIAES, 10. Yamaguchi University, 11. Osaka University, 12. EScoT

In most of the countries in monsoon Asia, the meteorological observations by modern instruments started during their colonial period before the World War II. However, most of these old meteorological data have not been digitized yet, and have not been utilized in the past climatic change researches. Here, we will briefly introduce our recent data rescue activities mainly for the daily precipitation data in the Former British India, China, Philippines, Vietnam, and Japan for the recovery of the past Asian monsoon variations since the late 19th century as one of the activities in the ACRE (Atmospheric Circulation Reconstruction over the Earth) project. Although with the aid of the World Meteorological Organization, the National Oceanic and Atmospheric Administration archived the scanned images of huge data books all over the world, it was sometimes very difficult to read the numerals in the scanned data. The original data books/sheets are needed for the accurate digitization of the old data. Acknowledgments: Part of this study was supported by The JSPS KAKENHI (25282085,26220202,15K16283,18K19951, 18H01681), The GRENE program of the MEXT. Digitization activities of the former British India were supported by Drs. Shoichi Shige (Kyoto Univ.), Masashi Kiguchi (Univ. Tokyo), Hironari Kanamori (Nagoya Univ.), and Nozomi Kamizawa(Tokyo Metrop Univ.). They were also supported from the India Meteorological Department, the Indian Institute of Tropical Meteorology and Indian students in Pune.

キーワード：データレスキュー、降水量、気候変動、アジアモンスーン
Keywords: Data rescue, Precipitation, Climatic variations, Asian monsoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 201B 2F

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)、座長:磯部 洋明、芳村 圭、岩橋 清美、加納 靖之 (東京大学 地震研究所)、玉澤 春史

現代の地球惑星科学において観測データは不可欠であるが，一方でそのデータを取得し始めたのは地球の歴史から見ればあまりに最近である．様々な長期変動を議論したり，非常に稀な現象をとらえたりするには，現代観測以前の情報を有効に活用しなければならない．人々が様々な場面で記録した記録は，歴史的な価値と同時に，自然科学の重要な観測記録の側面ももつ．

歴史資料を利用した地球惑星科学研究は，歴史地震学，歴史気象学・気候学，歴史天文学など，様々な分野で行われているが，分野間連携により資料・データや手法，モデルなどそれぞれの知見を共有することで新たな知見が得られる．歴史資料の利用にあたってはその信頼性や書かれた社会背景なども吟味する必要があり、歴史学者の参画が必須である。同時に、現代自然科学の観点から歴史史料に残された現象を読み解くことは、翻って歴史学にも新たな知見をもたらし得る。

人文情報学の発達や，歴史資料を使用したデータ同化といった新手法など，近年の新たな動きを概観するとともに，自然科学，社会科学，人文科学にわたる幅広い研究者の間の交流や対話をうながし，新たなアイデアを創出する．

10:45 ~ 11:00

[MIS17-06] 歴史ビッグデータ：構造化ギャップを克服するワークフローの構築と過去世界の統合解析

*北本 朝展[1,2,3]、市野 美夏[1,2] (1.国立情報学研究所、2.ROIS-DS人文学オープンデータ共同利用センター、3.総合研究大学院大学)

11:00 ~ 11:15

[MIS17-07] 日記史料と震度データベースからみた江戸・東京の有感地震

*佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所)

11:15 ~ 11:30

[MIS17-08] 高解像度気候復原による日本古代の気候変動と国家・社会の変容

*今津 勝紀[1]、中塚 武[2] (1.岡山大学大学院社会文化科学研究科、2.総合地球環境学研究所)

11:30 ~ 11:45

[MIS17-09] 樹木年輪と歴史資料からみた10世紀の十和田カルデラと白頭山の巨大噴火の絶対年代

*箱崎 真隆[1]、三宅 芙沙[2]、佐野 雅規[3]、木村 勝彦[4]、中村 俊夫[2]、奥野 充[5]、坂本 稔[1]、中塚 武[6,2] (1.国立歴史民俗博物館、2.名古屋大学、3.早稲田大学、4.福島大学、5.福岡大学、6.総合地球環境学研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS17-10] 歴史学・考古学と地球惑星科学の協働をいかに活性化できるか？－気候適応史プロジェクトの教訓－

★招待講演

*中塚 武[1,2] (1.総合地球環境学研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科)

12:00 ~ 12:15

Discussion

歴史ビッグデータ：構造化ギャップを克服するワークフローの構築と過去世界の統合解析

Historical big data: integrated analysis of the past world by the workflow that bridges data structuring gaps

*北本 朝展[1,2,3]、市野 美夏[1,2]
*Asanobu Kitamoto[1,2,3], Mika Ichino[1,2]

1. 国立情報学研究所、2. ROIS-DS人文学オープンデータ共同利用センター、3. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Informatics, 2. ROIS-DS Center for Open Data in the Humanities, 3. SOKENDAI

1. はじめに

過去の書籍や文書から情報を抽出し、それを統合することで、過去の世界を復元して分析する。このような歴史研究を我々は「歴史ビッグデータ」と呼ぶ。それはこのアプローチが、現代を対象に行われる「ビッグデータ」の研究と同じ構造や同じ目的を持つため、現代ビッグデータを過去に延長していくことに意味があると考えるからである。しかしそこに立ちはだかるのがデータ構造化である。過去のドキュメントにくずし字（手書き文字）で書かれたデータから、過去の世界を計算処理で復元するための高品質データを整備するには、デジタル化から品質管理に至る長大なデータ構造化ワークフローを支援する情報基盤が必要である。しかし自動的な構造化は困難なため、人間と機械の共同作業による効率的なデータ構造化ワークフローが必要である。そこで本研究は、非構造化データ（画像・テキスト）を構造化データ（解析準備データ）に変換するワークフローを設計し、再利用かつ検証可能な人文学データセットを構築するための情報基盤を構築する。

EUでは「Time Machine Flagship」（https://timemachineproject.eu/）という巨大プロジェクトが200機関以上の参加を得て立ち上がりつつある。そして、イタリアのベニスやオランダのアムステルダムなど、都市の歴史のビッグデータを集めて時空間を自由に行き来する「タイムマシン」の構築が始まっている。この動向は日本やアジアにはまだ波及していないため、本研究で構築する情報基盤は日本の拠点となってグローバルな活動と連携できる可能性がある。

2. 課題

過去の世界を復元するための研究はこれまでも数多く行われてきたが、歴史ビッグデータ研究は以下の点で既存のアプローチとは異なる。

第一に、対象とするデータの種類である。例えば古気候研究の場合、気候に関するあらゆるデータを用いるため、書籍や文書に限らず、自然界に残された痕跡（アイスコアや年輪などのプロキシデータ）なども活用することになる。しかし歴史ビッグデータの対象はあくまで人間が残した記録に限定し、文字記録の読み解きを含めた新しいデータ構造化の研究に焦点を合わせる。

第二に、対象とする分野である。単一分野の研究では、過去の世界の一部の現象のみを対象とし、それ以外の現象には注意を払わないことが多かった。例えば同じ日記を研究対象としていても、書誌データや抽出データは研究者グループを越えて共有されず、多数の研究者が同じような作業を繰り返す状況に陥ることが多かった。この状況を解決するため、歴史ビッグデータは分野横断的に活用可能な構造化ワークフローを提供し、情報共有のメリットを活用した研究を可能とする。

3. データの掛け合わせと読み替え

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現代ビッグデータを過去に延長するには、技術の過去への延長に加えて、コンセプトや方法論の延長も重要な課題である。

第一に、データの掛け合わせとは、異なるデータを重ねて意外な関係性を見出すという方法論である。その典型的な例が地図である。複数のデータを位置合わせして重畳表示することで、データから得た洞察をアクションにつなげることができる。そこで課題となるのが、APIの相互運用性や語彙の共有などである。この問題を解決するために、我々は研究グループの今後の研究課題を共有し、作業の重複を避けてお互いの強みを活かすことで、限られたリソースを最大限に活用した情報基盤を開発している。

第二に、データの読み替えとは、ある目的に作られたデータを別の目的に再利用することの価値を見出す方法論である。現代ビッグデータにおいて有名な例は、車の走行データを震災時の通れる道マップに再利用するという事例であるが、同様のアイデアは歴史ビッグデータでも有用なはずはずである。例えば、人名録の変遷は気候変動の社会影響評価に使えないかなど、柔軟に発想を巡らせてデータを創造的に活用する必要がある。

4. 同床異夢を越えて

歴史ビッグデータ研究は、多分野を融合した研究である。もちろん人文学と理工学など文理の間には大きな違いがあるが、理工学の中でも分野による考え方の違いは決して小さくはない。こうした違いをどのように乗り越えるか。我々の基本的な考え方は、まず同床異夢であること、すなわち共同研究のメンバーが目指す個々の夢は異なることを認めた上で、なお同床であることの意義を積極的に評価するというものである。例えばデータやツールは夢が異なるものの間でも共有できるはずである。こうした共有のメリットを最大化した上で、個々の研究者は過去世界の異なる部分の復元に挑むというのが歴史ビッグデータ研究の構想である。

キーワード：歴史ビッグデータ、古気候、データ構造化、情報基盤、異分野融合研究、歴史的文書
Keywords: Historical big data, Paleoclimate, Data structuring, Information infrastructure, Multi-disciplinary research , Historical documents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日記史料と震度データベースからみた江戸・東京の有感地震
Felt earthquakes in Tokyo (Edo) based on historical daily records and seismic intensity data

*佐竹 健治[1]
*Kenji Satake[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

歴史地震の史料については，明治時代以降3世代にわたって，史料収集と史料集の刊行が行われてきており，『大日本地震史料』(1904)，『増訂大日本地震史料』，『日本地震史料』（1941ー1951），『新収日本地震史料』（1981ー1991）として刊行されてきた．宇佐美（1980：地震予知連会報）や宇佐美・渡邊（2005，2006：歴史地震）は，これらの史料集に基づいて江戸時代以降の東京の有感記録数の年毎の変化をまとめている．このようにして調べられた有感地震の個数は史料の多寡に大きく依存する．上記の史料集に収められた史料のなかには，長期間にわたって毎日の天気などとともに有感地震について記録しているものがあり，これらは比較的小さな地震や大地震の余震も記録している．地震活動の時間的な変化を議論するには，このように均質な記録を使用することが望ましい．そこで，上記の史料集に収められている日記ごとに有感地震数をカウントし，明治以降の気象庁震度データベースによる有感地震数と比較してみた．

江戸時代の長期間にわたって最多の地震を記録しているのは『津軽藩御日記』であり，寛文八年（1668年）から慶応二年（1866年）までの約200年間に約1550個の有感地震を記録している．ただし，有感地震が全く記録されていない年が数年続くこともある．次に多いのは『榊原藩日記』であり，慶安四年（1651年）から安政六年（1859年）までの約200年間に約700個の有感地震を記録している．こちらも地震が全く記録されていない年があるが，津軽藩日記と相補的になっており，両者を合わせると地震が記録されていない年はほとんどなくなる．江戸時代初期については，『江戸幕府日記』（西丸及び島原松平藩）が寛永八年（1631年）から宝永四年（1707年）までの680個の有感地震をほぼ連続的に記録している．なお，石橋（1995）によれば，西丸とは酒井家旧蔵の右筆所日記の写本のことらしい．これらの他に，『対馬藩毎日記』，『稲葉氏永代日記』，『酒井家史料』などがそれぞれ100回以上の有感地震を記録している．それぞれの日記について，1年毎の地震回数を調べ，年毎に最も多いものを選んだ結果，1628年～1868年の241年間に2460個（年平均10回）が記録されていた．年毎の有感地震回数には，1704年（約60回），1855年（約50回），1649年（約50回）にピークがあり，これらはそれぞれ1703年12月31日元禄関東地震，安政江戸地震，関東における2つのＭ７クラスの地震の余震に対応する．

1885年以降は気象庁によって震度データベースが整備されており（石垣・高木，2000；石垣，2007：験震時報），それによると東京（大手町）における震度1，2，3以上の地震は年平均52回，16回，5回である．江戸時代と明治以降の有感地震の回数が同じであると仮定すると，江戸時代の日記はほぼ震度2以上の地震を記録していると考えられる．　また，1885年以降で震度2以上が最も多かったのは2011年の148回であり，東北地方太平洋沖地震の余震及びそれによって誘発された地震を記録している．大正関東地震が発生した1923年及びその翌年は，震度2以上の回数はそれぞれ36，35回であった． 日記史料と合わせると，2011年東北地方太平洋沖地震後の東京は，過去400年間で最も有感地震が多かったことがわかる．

キーワード：歴史地震、日記史料、東京
Keywords: Historical earthquakes, Daily records, Tokyo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高解像度気候復原による日本古代の気候変動と国家・社会の変容
Climate and social changes in ancient Japan construed by use of high resolution reconstruction of the Climate in Historical Time

*今津 勝紀[1]、中塚 武[2]
*Katsunori IMAZU[1], Takeshi Nakatsuka[2]

1. 岡山大学大学院社会文化科学研究科、2. 総合地球環境学研究所
1. OKAYAMA University Graduate School of Humanities and Social Sciences, 2. Research Institute for Humanity and Nature

年輪酸素同位体比の解析により、年単位の高解像度の気候復原が実現し、過去数千年にわたる気候変動が明らかになった。年輪を構成するセルロースの酸素同位体比はその年の夏期の乾燥と湿潤を反映する。文字資料のない先史時代などの分析では、気候の数十年から数百年の中期的・長期的変動が有効であるが、文字を本格的に利用する国家成立以降の段階では、年単位のイベントと気象のあり方を照合することが可能となったのである。人間の生活が、自然との応答の中にあることは間違いないが、これまでの歴史学においては、過去の人間の生活と自然との応答を客観的に把握する方法が十分ではなかった。高解像度の古気候復原は、歴史学に新たな「ものさし」をもたらしたのである。

本研究では、日本の古代、とりわけ8世紀と9世紀を取りあげ、当該期の気候と社会との応答関係を明らかにする。中塚武による当該期の年単位気候復原により、8世紀は総体として乾燥気味ではあったが安定的であり、9世紀後半に不安定化して湿潤化し、10世紀に一転して乾燥が進行することが明らかとなった。当該期の歴史を記した文献資料『続日本紀』・『日本後紀』・『続日本後紀』・『日本文徳天皇実録』・『日本三代実録』にも気象に関する記事が含まれるが、それは簡略なものであり、実際にどれだけの旱や旱魃、霖雨や大雨であったのかはわからなかった。ようやく、高解像度の気候復原により、夏期の極端な乾燥や湿潤がどのような規模で、どのような被害をもたらしたのかを史料に即して理解することができるようになった。また、中長期的な気候の変動が把握できるようになることで、気候変動と国家や社会の変容との関連について見通しをえることも可能になった。

とりわけ、本研究で注目したいのは、古代の人口変動と社会システムの変容についてである。8世紀初頭の大宝律令の施行により、中国に範を求めた律令国家が完成するが、律令国家の諸制度は、日本という枠組みの起源となり、その後の日本の歴史を根底において規定する重要な意味をもった。律令国家の支配人口は、8世紀初頭で450万人程度、9世紀初頭で550万人程度と見込まれており、8世紀から9世紀の年平均人口増加率は0.2%となる。江戸時代の初頭、17世紀の人口は1200万人～1800万人と推定されており、古代から近世にかけて人口は微増するのだが、中世から近世に至る800年間の年平均人口増加率はせいぜい0.1%から0.15%である。日本古代は飢饉や疫病が頻発し脆弱で流動性の高い社会であったが、中世に比して高率の人口増加が実現した。その背景には、人と田を中央集権的に管理する律令制による再生産システムが機能していたことが想定できるとともに、8世紀の比較的安定的な気候が作用していたことが考えられる。

また、唐や新羅といった日本の周辺諸国の変動にともない、日本の律令制もなし崩し的に崩壊する。律令国家は、9世紀の後半から10世紀後半にかけて大きく変容するのだが、こうした社会システムの変容には、当時の世界情勢の変化とともに気候の変動が作用した。9世紀の後半には、耕作できない土地の増加や水損被害の田が問題化するが、その現実的な背景として、湿潤化という気候の変動があったことは間違いない。律令国家は、人と田を把握し管理することを放棄するようになるのであり、律令制再生産システムは崩壊していった。この時期は日本列島で地震が頻発し、火山の噴火もみられ、飢饉に疫病が集中する時期でもある。いわば、9世紀後半は日本古代社会の全般的危機の時代であった。8世紀の初頭に完成した律令国家の中央集権的

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

構造は、9世紀の後半以降、崩壊しはじめ、中央政府は都市平安京の王朝政府へと縮小するのであった。

キーワード：年輪酸素同位体比、律令国家、人口変動、気候変動
Keywords: tree-ring oxygen isotope ratio, Ritsuryo system, population, Climate change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

樹木年輪と歴史資料からみた10世紀の十和田カルデラと白頭山の巨大噴火の絶対年代

Absolute ages for huge eruptions of Towada Caldera and Baitoushan volcano in the 10th century as seen from dendrochronological studies and historical documents

*箱崎 真隆[1]、三宅 芙沙[2]、佐野 雅規[3]、木村 勝彦[4]、中村 俊夫[2]、奥野 充[5]、坂本 稔[1]、中塚 武[6,2]
*Masataka Hakozaki[1], Fusa Miyake[2], Masaki Sano[3], Katsuhiko Kimura[4], Toshio Nakamura[2], Mitsuru Okuno[5], Minoru Sakamoto[1], Takeshi Nakatsuka[6,2]

1. 国立歴史民俗博物館、2. 名古屋大学、3. 早稲田大学、4. 福島大学、5. 福岡大学、6. 総合地球環境学研究所
1. National Museum of Japanese History, 2. Nagoya University, 3. Waseda University, 4. Fukushima University, 5. Fukuoka University, 6. Research Institute for Humanity and Nature

十和田カルデラ（青森県／秋田県）と白頭山（中国／北朝鮮）は、10世紀に巨大噴火を起こした。その痕跡はTo-aテフラ、B-Tmテフラとして、北日本の地層に明瞭に残されている。この2つの噴火は、それぞれ過去2000年間で日本最大級、世界最大級のものと推定されている（早川・小山1998）。しかしながら、この2つの噴火に関する直接的な文書記録は、周辺国のいずれからも見つかっていない。そのため、その年代は長らく未確定であった。また、年代が未確定であるために、人間社会や地球環境への影響評価も進んでいなかった。

近年、白頭山の10世紀噴火の年代は、日本で発見された西暦775年の炭素14濃度急増イベント（Miyake et al. 2012）を年代指標とする「^{14}C-spike matching」と、日本で実用化された「酸素同位体比年輪年代法」により、西暦946年と確定した（Oppenheimer et al. 2017, Hakozaki et al. 2018, 木村ほか 2017）。この年代は、早川・小山（1998）が日本列島と朝鮮半島のごく限られた古文書（「興福寺年代記」や「高麗史」）から読み取った「遠方で起きた大きな噴火」を示唆する記述と一致した。

一方、B-Tmの年代が確定したことにより、十和田カルデラ10世紀噴火の年代に疑義が生じた。十和田カルデラ10世紀噴火は、「扶桑略記」における東北地方の噴火を示唆する記述や、ラハールに埋没する建築遺物の年輪年代をもとに西暦915年と推定されてきた。この915年を基準にTo-aとB-Tmの間に挟まる年縞堆積物をカウントし、上手ほか（2010）は白頭山の噴火年代を929年と推定していた。しかし、先のとおりB-Tmの絶対年代は946年であったため、上手ほかの推定から17年のズレがあることが明らかとなった。つまり、十和田カルデラ10世紀噴火は西暦946年から14年を差し引いて西暦932年である可能性が生じた。もし、これが正しいとすれば、扶桑略記の西暦915年の記述は、十和田カルデラ以外の火山で起きた噴火を示唆している可能性がある。

最近、宮城県多賀城跡の柵木に、酸素同位体比年輪年代法が適用され、西暦917年の年輪が認められた（斎藤ほか 2018）。この柵は、考古学的調査ではTo-aテフラ（915年）の降灰前に築造されたと考えられてきた（宮城県多賀城跡調査研究所 2018）。その構造材に西暦917年の年輪が認められたことは、To-aテフラの年代と大きく矛盾する。さらにその構造材には樹皮も辺材も残存せず、伐採年は917年よりも後の年代であることが明らかである。

本発表では、「^{14}C-spike matching」と「酸素同位体比年輪年代法」という2つの新しい年輪年代法によって、白頭山や多賀城跡の木材の年代がどのようにして決定したのか、十和田カルデラ10世紀噴火の絶対年代の確定に必要な調査とは何かについて示す。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：年輪年代法、14C-spike、白頭山、酸素同位体比、十和田カルデラ、巨大噴火
Keywords: dendrochronology, 14C-spike, Baitoushan volcano, oxygen isotope, Towada Caldera, huge eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

歴史学・考古学と地球惑星科学の協働をいかに活性化できるか？ー気候適応史プロジェクトの教訓ー
How can we activate collaborations with history and archaeology? –Lesson from Historical Climate Adaptation project

*中塚 武[1,2]
*Takeshi Nakatsuka[1,2]

1. 総合地球環境学研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Research Institute for Humanity and Nature, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

〇はじめにー文理融合と言う課題

歴史学や考古学と地球惑星科学は、ともに過去におきた出来事を対象に含み、長い時間を掛けて進む、いわゆる歴史的プロセスを扱う学問分野である。その共通の特性を生かして、さまざまな共同研究が行われてきた。しかし文理融合にはさまざまな課題があり、その背景には学問の根源的な目的の違いという問題があった。ここでは、総合地球環境学研究所（地球研）で2014年から5年間にわたって行われた研究プロジェクト「高分解能古気候学と歴史・考古学の連携による気候変動に強い社会システムの探索」（気候適応史プロジェクト）の経験から、歴史学・考古学と地球惑星科学の協働の活性化の方向性について議論したい。

〇気候適応史プロジェクトの基本構造

地球研は文理融合の手法を用いて地球環境問題の解決に資するプロジェクトを全国の大学等から多数公募し、時間を掛けて準備と審査を繰り返したのち期限を定めて本格的な研究を行わせる大学共同利用機関である。古気候学者である私は、その枠組みの中で2010年から全国の古気候学、歴史学、考古学の関係者に呼びかけて、3つのステップからなる気候適応史プロジェクトの構想を作った。１）最新の古気候学の手法を用いて過去数千年間の日本の気候を年単位で復元する、２）得られた古気候データを歴史学・考古学の膨大な史・資料と詳細に対比する、３）気候と社会の関係の無数の事例を比較分析して、気候変動に強い社会と弱い社会の特徴を明らかにする。このプロジェクトでは当初、文献史料から天候を解読する歴史気候学を除くと、理系から文系への一方的な情報の流れだけを想定していたが、実際には両者の緊密な相互作用により、事前の想定を遥かに越えた研究の進展があった。以下、プロジェクトで最も重視した古気候復元指標である樹木年輪セルロースの酸素同位体比を用いた夏の降水量の復元を例にして、文理融合の効果と課題について述べる。

〇文理融合による研究の進展と課題

樹木年輪セルロースの酸素同位体比は、年輪古気候学に独特の難しさがあった日本のような温暖湿潤域で高精度の気候復元を可能にした画期的なプロキシーであり、プロジェクトでは、そのデータを日本全国で過去数千年間にわたって早期に構築することを目指していた。文系の研究者は、当初、年輪古気候データのユーザーとしてのみ位置づけられていたが、実際にはさまざまなレベルでデータ構築自体に大きく貢献することになる。理系から文系へは高精度の古気候情報と共に、酸素同位体比を用いた新しい年輪年代情報が提供されたが、それに対して文系から理系には以下のような反応があった。１．出土材や建築古材の積極的な提供、２．データの史・資料による批判、３．データの時空間的な精度と範囲の改善要求である。理系の側にとって１は全面的に歓迎できるが、２，３は耳が痛く、自らの発想からは生まれにくい。しかし3の要求が、世界で初めて酸素と水素の同位体比を組み合わせて、年輪古気候学が最も苦手とする長周期の気候復元を可能にした。その結果、2の批判も克服して、過去数千年間に亘る年～千年のあらゆる周期の気候変動の復元

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に成功し、古気候学・歴史学・考古学の研究は一気に進展したが、プロジェクトの目的である肝心の「気候変動に強い社会システムの探索」の方はなかなか進まなかった。文理を越えた学問の根源的な目的への相互理解が足りなかったからである。

〇おわりにー相互理解が協働の基本

空前の長さと精度を持つ高分解能古気候データの構築という気候適応史プロジェクトの成果は、文理双方の学問的なニーズが緊密に相互作用した結果である。当初は理系データの文系への提供だけを考えていたが、実際には相手のニーズを無視した一方的なデータの押し付けはうまく行かず、文理を超えた相互批判が重要であった。これは、文系のデータを理系が利用する場合でも同じである。一方で、文理融合が個別分野の発展を促すだけでなく、真の「融合」になるためには、より深いレベルでの相互理解が必要であった。私が気候適応史プロジェクトの中で気付いた最も重要な事実は、「歴史学者や考古学者は、必ずしも現代の問題の解決のために、歴史の研究をしている訳ではない」ということである。もちろん、それには意味がある。文系の歴史研究が重視するのは、研究対象とする時代の人々の価値観の違い、つまり歴史上の各時代の人々の多様性を理解し、現代の私たちを相対化することである。現代が過去と違うのと同様に、未来も現代とは違う以上、未来志向で現在の問題を解決していくためには、法則性の発見を重視する理系の研究者と、多様性の理解を重視する文系の研究者が、相互に尊重し合って未来に向って共に考えていくスタンスが必要である。そのことに気が付いたことが私にとってプロジェクトの最も重要な教訓であった。

キーワード：文理融合、気候変動、古気候学、歴史学、考古学、年輪年代学
Keywords: Inter-disciplinary between natural and human sciences, Climate variation, Paleoclimatology, History, Archaeology, Dendrochronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)

現代の地球惑星科学において観測データは不可欠であるが，一方でそのデータを取得し始めたのは地球の歴史から見ればあまりに最近である．様々な長期変動を議論したり，非常に稀な現象をとらえたりするには，現代観測以前の情報を有効に活用しなければならない．人々が様々な場面で記録した記録は，歴史的な価値と同時に，自然科学の重要な観測記録の側面ももつ．
　歴史資料を利用した地球惑星科学研究は，歴史地震学，歴史気象学・気候学，歴史天文学など，様々な分野で行われているが，分野間連携により資料・データや手法，モデルなどそれぞれの知見を共有することで新たな知見が得られる．歴史資料の利用にあたってはその信頼性や書かれた社会背景なども吟味する必要があり、歴史学者の参画が必須である。同時に、現代自然科学の観点から歴史史料に残された現象を読み解くことは、翻って歴史学にも新たな知見をもたらし得る。
　人文情報学の発達や，歴史資料を使用したデータ同化といった新手法など，近年の新たな動きを概観するとともに，自然科学，社会科学，人文科学にわたる幅広い研究者の間の交流や対話をうながし，新たなアイデアを創出する．

[MIS17-P01] 「歴史学×地球惑星科学」の目指すもの

*加納 靖之[1]、磯部 洋明[2]、芳村 圭[3]、岩橋 清美[4]、玉澤 春史[5,2] (1.東京大学地震研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.東京大学生産技術研究所、4.国文学研究資料館、5.京都大学防災研究所)

[MIS17-P02] 距離減衰式を用いた歴史地震の震度分布の再検討

*加納 靖之[1]、大邑 潤三[2] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所)

[MIS17-P03] れきすけ：多分野連携による歴史資料に関する情報共有システム

★招待講演

*市野 美夏[1,2]、橋本 幸恵、増田 耕一[3]、北本 朝展[2,1]、平野 淳平[4] (1.大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構・データサイエンス共同利用基盤施設　人文学オープンデータ共同利用センター、2.国立情報学研究所、3.首都大学東京、4.帝京大学文学部)

[MIS17-P04] 絵図にみる1707年富士山宝永噴火後の降灰除去の実態

*大邑 潤三[1] (1.京都大学防災研究所附属地震予知研究センター)

[MIS17-P05] 市民参加による歴史史料からの地球惑星科学現象サーベイワークショップ

*玉澤 春史[1,2]、岩橋 清美[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.国文学研究資料館)

[MIS17-P06] 現代観測と歴史史料をつなぐ20世紀前半の観測データ：花山天文台乾板データの利用例

*玉澤 春史[1]、北井 礼三郎[4]、磯部 洋明[2]、上野 悟[3]、坂上 峻仁[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.京都大学大学院理学研究科附属天文台、4.佛教大学)

[MIS17-P07] 近世日本における気候変動と領主支配

*鎌谷 かおる[1]、佐野 雅規[2]、中塚 武[3] (1.立命館大学、2.早稲田大学、3.総合地球環境学研究所)

[MIS17-P08] 静穏領域フィラメントの噴出によるマウンダー極小期中の巨大磁気嵐

*磯部 洋明[1]、海老原 祐輔[2]、玉澤 春史[1]、河村 聡人[3]、早川 尚志[4] (1.京都市立芸術大学美術学部、2.京都大学生存圏研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.大阪大学大学院文学研究科)

[MIS17-P09] Reconstructing 1931 flood in Yangtze River basin and its application to Chinese economic history

*劉 暢[1]、川崎 昭如[1]、城山 智子[2] (1.東京大学大学院工学研究科社会基盤学専攻、2.東京大学大学院経済学研究科経済専攻)

[MIS17-P10] 有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析

*石辺 岳男[1]、岩佐 幸治[1]、古村 美津子[1]、松浦 律子[1] (1.地震予知総合研究振興会)

[MIS17-P11] 日本産樹木年輪の炭素14年代測定－年代研究と日本版較正曲線

*坂本 稔[1,2]、箱﨑 真隆[1]、光谷 拓実[3]、中塚 武[4,5] (1.国立歴史民俗博物館、2.総合研究大学院大学、3.奈良文化財研究所、4.総合地球環境学研究所、5.名古屋大学)

[MIS17-P12] 太陽物理学における、科学的知見を踏まえた歴史資料の活用方法

*河村 聡人[1]、早川 尚志[2]、玉澤 晴史[3]、磯部 洋明[3]、柴田 一成[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属天文台、2.大阪大学大学院文学研究科、3.京都市立芸術大学美術学部)

[MIS17-P13] 江戸時代後期の北上川における自然災害と社会

*佐藤 大介[1]、高橋 美貴[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.東京農工大学)

[MIS17-P14] 古日記データ同化による歴史天候の復元

*芳村 圭[1]、Neluwala Panduka[2]、市野 美夏[3]、増田 耕一[4]、平野 淳平[5] (1.東京大学生産技術研究所、2.University of Peradeniya 、3.国立情報学研究所、4.首都大学東京、5.帝京大学)

[MIS17-P15] 1830年京都地震史料における，余震活動減衰式の当てはめるデータ範囲に関する考察 －同一地点における余震回数の違いの原因－

*服部 健太郎[1]、大邑 潤三[2]、中西 一郎[1] (1.京都大学、2.佛教大学)

[MIS17-P16] 古絵図から特定する安政東海地震における浜名湖周辺の津波痕跡について

*蝦名 裕一[1]、今井 健太郎[2]、都司 嘉宣[3]、岩瀬 浩之[4] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人深田地質研究所、4.株式会社エコー)

「歴史学×地球惑星科学」の目指すもの
Perspective of 'History X Earth and Planetary Science'

*加納 靖之[1]、磯部 洋明[2]、芳村 圭[3]、岩橋 清美[4]、玉澤 春史[5,2]
*Yasuyuki Kano[1], Hiroaki Isobe[2], Kei Yoshimura[3], Kiyomi Iwahashi[4], Harufumi Tamazawa[5,2]

1. 東京大学地震研究所、2. 京都市立芸術大学美術学部、3. 東京大学生産技術研究所、4. 国文学研究資料館、5. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 3. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 4. National Institute of Japanese Literature, 5. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

「歴史学×地球惑星科学」は本セッションのタイトルであり，また，昨年秋に申請した科学研究費補助金の新学術領域研究（研究領域提案型）の課題名でもある．後者においては，「天」「気」「地」「人」の4つの計画研究により領域を形成する案となっている．「天」＝歴史資料を活用した過去の天体活動やオーロラ・太陽活動の研究，「気」＝歴史資料を活用した過去の気象・気候（災害）の研究，「地」＝歴史資料を活用した過去の地震・災害の研究,「人」＝自然環境の変動や災害が人の移動や組織化、人々の自然認識・思考様式にどのように影響を与えてきたか，という研究項目である．

歴史学と自然科学の各分野との協働は，これまでも多くのプロジェクトにおいて実施され，現在も大小さまざまのグループで取り組まれている．本発表では，「歴史学×地球惑星科学」の今後について議論したい．以下に本セッションの概要を再掲する．

現代の地球惑星科学において観測データは不可欠であるが，一方でそのデータを取得し始めたのは地球の歴史から見ればあまりに最近である．様々な長期変動を議論したり，非常に稀な現象をとらえたりするには，現代観測以前の情報を有効に活用しなければならない．人々が様々な場面で記録した記録は，歴史的な価値と同時に，自然科学の重要な観測記録の側面ももつ．

歴史資料を利用した地球惑星科学研究は，歴史地震学，歴史気象学・気候学，歴史天文学など，様々な分野で行われているが，分野間連携により資料・データや手法，モデルなどそれぞれの知見を共有することで新たな知見が得られる．歴史資料の利用にあたってはその信頼性や書かれた社会背景なども吟味する必要があり、歴史学者の参画が必須である。同時に、現代自然科学の観点から歴史史料に残された現象を読み解くことは、翻って歴史学にも新たな知見をもたらし得る。

人文情報学の発達や，歴史資料を使用したデータ同化といった新手法など，近年の新たな動きを概観するとともに，自然科学，社会科学，人文科学にわたる幅広い研究者の間の交流や対話をうながし，新たなアイデアを創出する．

キーワード：歴史学、天文学、太陽物理学、気象学、地震学
Keywords: History, Astronomy, Solar phisics, Meteorology, Seismology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

距離減衰式を用いた歴史地震の震度分布の再検討
Reexamination of intensity distribution of Japanese historical earthquakes using attenuation relation

*加納 靖之[1]、大邑 潤三[2]
*Yasuyuki Kano[1], Junzo Ohmura[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Diasaster prevention Research institute, Kyoto University

歴史地震の研究では，史料に書かれた被害や地変等の記述を抽出し，それを震度に変換して，どのような震源であったかを推定することが多い．これまでに，地震による被害等を記録した史料の収集が進められており，その成果が『大日本地震史料』，『日本地震史料』，『新収日本地震史料』などの史料集にまとめられている．これらの記述をもとに，主として被害が発生した地震について，地震の発生日時，震央あるいは震源の位置や規模などが推定されてきた．その際には，被害の様相からその地点での震度を推定し，等震度線を描くことで，震央や規模を推定されることが多い．過去の地震について調べる際には，(1) 史料の発見と解読，(2) 震度への変換，(3) 震央あるいは震源の推定という3つの要素が考えられる．これらのそれぞれにおいて，距離減衰式を活用することを考えた．

現在までに多数の史料集が刊行され，多くの史料を利用することができる．しかしながら，個々の地震について詳細を知るためには，より多くの史料が必要な場合がある．歴史地震研究において，地震研究者と歴史研究者が共同研究を実施する際に，共同作業としてあり得るのは，未紹介の史料を見出し，それを解読することが挙げられる．大きな地震の場合には被害が発生した地域や有感範囲が広大であり，短期間に悉皆的に史料調査を実施するのは難しいだろう．距離減衰式を用いることで，過去に発生した地震について，任意の地点の震度を簡便に予想することができる．それをもとに歴史研究者との共同調査を企画するなどできるだろう．

震度の変換には，被害状況と震度とを対応づける変換表（ここでは歴史地震の震度変換表とよぶ）が提案されている．たとえば，ある震度では民家にどのような被害が発生するか，あるいは，その割合はどのくらいかなどをまとめた表である．この変換表の妥当性を検討するため，近年発生したいくつかの地震（2018年の大阪府北部の地震など）について，伝統的建造物の被害から，歴史地震の震度変換表を用いて震度を推定した．伝統的建造物の所在地に震度計があるわけではなく，その地点での実際の震度を知ることはできない．歴史地震の震度変換表による推定震度と周囲の計測震度は，震度の距離減衰式から予想される震度分布と調和的であった．今回みられた震度と対象物の範囲では，歴史地震の変換表は妥当であるといえる．

震央あるいは震源の位置や規模の推定においても，距離減衰式を活用できる．等震度線を描きその中心を震央とし，ある震度の範囲の広がりから経験的に規模を推定することが行われてきた．距離減衰式は，地震の規模と震央または震源距離の関数になっている．史料から推定した震度分布に対して距離減衰式を当てはめることで，地震の規模を推定できる．日本周辺で発生したいくつかの歴史地震について，震央の推定を試みた．これまでに推定されてきた震央分布とおおむね一致する結果となった．

キーワード：歴史地震、距離減衰式、震度分布、Macroseismic data points
Keywords: Historical earthquakes, Attenuation relation, Intensity distribution, MDPs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

れきすけ：多分野連携による歴史資料に関する情報共有システム
Rekisuke: a system for sharing bibliographic information of historical documents through Interdisciplinary collaboration

*市野 美夏[1,2]、橋本 幸恵、増田 耕一[3]、北本 朝展[2,1]、平野 淳平[4]
*Mika Ichino[1,2], Yukie Hashimoto, Kooiti Masuda[3], Asanobu Kitamoto[2,1], Junpei Hirano[4]

1. 大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構・ データサイエンス共同利用基盤施設　人文学オープンデータ共同利用センター、2. 国立情報学研究所、3. 首都大学東京、4. 帝京大学文学部
1. Center for Open Data in the Humanities, Joint Support-Center for Data Science Research, Research Organization of Information and Systems , 2. National Institute of Informatics, 3. Tokyo Metropolitan University, 4. Faculty of Liberal Arts, Teikyo University

日本各地に残る歴史資料（史料）は，天候情報を利用する歴史気候学をはじめ，古地震学，天文学などの科学分野のみならず，社会学，経済学など多様な分野で研究に利用されてきた．一方，このような史料は測器による観測データやボーンデジタルなデータとは異なり，研究で利用するためには多くの処理を必要とする．そのような中，史料を利用する際の共通の課題解決に向け，多分野の研究者での協働が始まっている．そして，多様な分野による協働が分野横断型の研究へと展開し，さらには新たな研究分野の創出へとつながると期待される．

史料の利用においては翻刻からデータ構造化というデータ処理方法のほか，解析手法の開発に加え，データ共有のための新たな枠組みの構築といった多くの課題がある．中でも，歴史学などの専門分野以外の研究者にとって，くずし字翻刻や現代語訳は大変な作業であるが，そもそも「どの史料が研究に利用できるのか？」という情報を得るシステムがない．例えば，史料の書誌情報があったとしても，天気や地震など地球惑星科学研究に関する情報をはじめ，例えば，翻刻の状態，観測地の変遷，記述の信頼性など，研究者が必要な情報はほとんどない．

一方，共通の史料をさまざまな分野で利用できる場合が多く，例えば，日記には天気，隕石や地震など，多様な記録が含まれており，各分野で独自にデータが整理されている．データ本体の共有にはさまざまな障壁があり容易ではない．まずは分野間で研究に利用する史料について，さまざまな情報を共有し，有効活用することで，いわゆる「二度手間」を減らすことを目指した．そこで，史料探索や情報取得を支援し，作業負担を軽減するシステムとして「れきすけ」を構築した．現在，試験運用および改修を進め，公開を目指している．また，各史料のデータベースやデータ構造化システムなどと連携も進めている．

「れきすけ」とは，一般的な書誌情報に，これら史料に関する情報や研究で得られた知見，研究過程での史料利用における経験などの多様な付加情報が加わった多分野協働型の書誌情報データベースである．特に，気候学や地震学など地球科学分野をはじめとする研究分野での利用において，時空間情報は重要な要素である．「れきすけ」は史料に関する時空間情報を扱うAPI等を利用し，時間情報による検索機能がある．一方，位置情報については歴史地名などの課題があるが，地図表示や地域単位での絞り込みは可能である．

「れきすけ」の情報は，多岐にわたる史料利用者の相互協力によるものであり，どのように収集し整理していくかという点も重要な課題である．史料を所蔵している機関では，より多くの人に利用してもらうための試行錯誤を続けている．そこで，「れきすけ」を史料のプロモーションとして利用する試験的な取り組みも始めた．「れきすけ」を利用し，従来の書誌情報に加え研究に有益な情報を含めることで，所蔵史料の利用者の多様化と拡大を目指す．さらに，さまざまな研究分野で各地の史料が利用されることで，史料の価値が再認識され，史料保全にもつながると期待している．

キーワード：歴史資料、情報共有、多分野連携、メタデータ、古気候学
Keywords: Historical documents, Sharing information and data, Interdisciplinary collaboration, Metadata, Paleo climatology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

絵図にみる1707年富士山宝永噴火後の降灰除去の実態
Analysis of reconstruction processes after the 1707 Hoei eruption of Fuji Volcano based on old maps

*大邑 潤三[1]
*Junzo Ohmura[1]

1. 京都大学防災研究所附属地震予知研究センター
1. Research Institute for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1707（宝永4）年に発生した富士山宝永噴火では，大量の火山灰（宝永スコリア）が富士山東麓部に降り積もった．駿東郡御厨地方（現静岡県東部）の村々は１ｍほどの火山灰に覆われたため，住民の手によって火山灰の除去作業（砂除け）が行われていった．本事例に関しては幕府の対応や復興について，永原（2002）が詳細にまとめているが，下流にあたる神奈川県酒匂川の治水に関するものが多く，史料の制約もあって御厨地方の砂除けの実態についてはあまりわかっていない．本研究ではこれまであまり用いられていない絵図史料を用いて，砂除けがどのように進められていったかを明らかにする．

本地域には降灰後の復興過程で作成された村絵図が数点存在する．これらは享保期（1716～1736）に作成されたものと思われる．田畑の別や道路，河川，村境などが記されているほか，「亥砂埋」つまり亥年の噴火による降灰で埋まった場所が描かれている．GISによるジオリファレンスなどの技術も用いて近現代の地図と比較すると，河川から離れた微高地や村の縁辺部に「亥砂埋」が多いことがわかった．前者は文献に火山灰を河川に捨てたとあることから河川沿いから除去が開始されたためと思われ，また畑より田の復旧を優先したことも理由として考えられる．後者は村の周辺部の野原である場合が多く，面積も大きいため復旧が後回しになっていたと推測される．

キーワード：富士火山、古地図、火山灰、復興、GIS
Keywords: Fuji volcano, old maps, volcanic ash, reconstruction, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

市民参加による歴史史料からの地球惑星科学現象サーベイワークショップ
Workshop of Word Survey about Earth and Planetary Phenomena by Citizen

*玉澤 春史[1,2]、岩橋 清美[3]
*Harufumi Tamazawa[1,2], kiyomi iwahashi[3]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都市立芸術大学美術学部、3. 国文学研究資料館
1. Disaster Prevention Research Institute Kyoto University, 2. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 3. National Institute of Japanese Literature

歴史史料から自然災害や天気，あるいは天文現象といった地球惑星科学に関する現象を抜き出して利用するためには，史料を実際に読み，語句を正確に抜き出すことが最初に必要な作業である．特に日本の史料はくずし字で書かれているものが大量に存在し，大量のデータからいかに正確な情報を引き出すかが必須である．大量のデータを取り扱う場合には、専門家に加えて，内容に興味・関心をもつ市民層の協力は欠く事が出来ず，近年のオープンサイエンスにおける市民参加型研究に対する関心もさらに高まっている。こうした市民参加型研究の一例としては、インターネットを利用して歴史災害史料の興味を持つ市民に広く古文書解読を呼びかける「みんなで翻刻」プロジェクトが先行例としてある（加納　2017）．

国文学研究資料館においても、歴史史料を用いた宇宙天気研究の一環として，2016年より3回にわたり市民参加型ワークショップ「古典オーロラハンター」を実施してきた（岩橋，玉澤 2018）．歴史学・天文学双方の専門家と一緒に，実際に古典籍や古記録に触れて天文現象を探し出すというワークショップは，単なるアウトリーチとしての側面だけでなく，近年、活発化する市民参加型研究が、歴史史料を利用した自然科学研究にどのように寄与できるのかを実証する試みでもあった。本報告ではその取り組みの成果を発表し、今後の地球惑星科学における市民参加の可能性と意義について考えてみたい。

2018年11月には第４回となる本事業を京都大学附属図書館の全面的な協力のもと、「古典オーロラハンターIN京都」と銘打ち、京都大学で開催した。そこでは，調査対象を天文現象に限らず、地震をはじめ洪水・旱魃といった天変地異現象に広げ，地球惑星科学・防災研究へと拡大して実施した．さらに，当日は歴史史料を用いたオーロラや地震の最新研究についての講演や「みんなで翻刻」のデモンストレーションも行った．また，新たな試みとして日記史料からの天気情報の抽出し、データ化する作業も行った．

当日の参加者のアンケートを見ると，過去三回の参加者に比して天文学への興味関心が高い参加者が多い傾向がうかがえる．参加のきっかけが講演者による勧誘が多く、研究者の講演などの日常的な社会貢献活動が市民の科学研究への関心を深める上で重要であることが再認識された。

アンケートの自由筆記部分からは，普段、歴史史料に触れる機会が少ない層にとっては、和文や漢文で書かれた史料を読むこと自体に興味を持ってもらえたことが明らかになった。逆に、歴史史料に興味を持つ層からは、これまで自分が読んできた視点と異なる視点で読むことで、新たな発見をできた意外性に惹きつけられたことがわかった。つまり、異分野連携型のワークショップでは、興味・関心が異なる市民の集合体であっても、主催者側の工夫でそれぞれの面白さを他分野に見つけることができ，広い範囲から協力を得られる可能性を示唆している．

市民参加による研究，いわゆるオープンサイエンスのうち市民参加型研究の側面を考えると，一般市民の抽出したデータを自然科学のデータとして精度を高めるためには、参加した専門家間での連携が不可欠であ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

り，自らの専門を超えて議論することによりデータとして精度のよいものになりうる．また，恒常的な参加を取り込むためには「みんなで翻刻」のようなオンライン型の作業と「古典オーロラハンター」のようなオフライン型のワークショップ双方の相乗効果を狙い，若年層，シニア層双方へアプローチするのが今後の目標である．

本稿は日本学術振興会科学研究助成事業「歴史文献を用いた過去の太陽活動の研究」（番号：JP18H01254）、「天変地異のオープンサイエンス」（番号：JP18H05319）の研究成果の一部である。

参考文献

岩橋清美，玉澤春史 2018 「異分野連携研究における研究基盤データ構築への市民参加の可能性：参加型ワークショップ『古典オーロラハンター』を事例として」『Stars and galaxies』1, 51-65

加納靖之 2017:「みんなで翻刻ーこれまでとこれから」『リポート笠間』63, pp.53-56

キーワード：オープンサイエンス、異分野連携研究、科学への公衆関与
Keywords: Open Science, Interdisciplinary research, Public Engagement of Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現代観測と歴史史料をつなぐ20世紀前半の観測データ：花山天文台乾板データの利用例

Observational Data in the first half of 20th century to join modern scientific Observation and historical documents: A Usage example ob Photographic Plate of Kwasan Observatory

*玉澤 春史[1]、北井 礼三郎[4]、磯部 洋明[2]、上野 悟[3]、坂上 峻仁[3]
*Harufumi Tamazawa[1], Reizaburo Kitai[4], Hiroaki Isobe[2], Satoru UeNo[3], Takahito Sakaue[3]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都市立芸術大学美術学部、3. 京都大学大学院理学研究科附属天文台、4. 佛教大学
1. Disaster Prevention Research Institute Kyoto University, 2. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 3. Astronomical Observatory, Graduate School of Science, Kyoto University, 4. Bukkyo University

歴史史料から自然現象の記録を取り出してデータとして利用する場合，どのように現代の観測パラメータと比較するかが重要である．歴史史料を用いた研究を現代科学とシームレスにつないで自然現象の長期的な変動を調べるには、近代観測初期の観測データの活用も重要である。太陽観測においては19世紀終盤から20世紀前半にかけて写真乾板等で撮影されたデータがあり、少しずつアーカイブ化が進みつつある。

本報告ではそのようなデータを活用する一例として，20世紀前半の太陽黒点画像およびスペクトロヘリオグラフによる太陽全面の彩層画像（CaK線ヘリオグラム）と地磁気観測データの照合についてとりあげる．

1930年代の10年間について，京都大学花山天文台にて撮影された太陽CaK線ヘリオグラムの写真乾板データや磁気嵐の指標の一つであるaa指数を照合したところ，aa指数で-100nTを超える規模の磁気嵐が発生した際でも，9例ほど黒点が無いことが記録されている場合があった．一例として1933年4月末に、花山天文台のCaK線ヘリオグラムおよび各地の黒点スケッチで黒点が見られない時期があったが，5月1日には柿岡では地磁気嵐が観測されており，aa指数は200程度となっている．CaK線ヘリオグラムの利点は、黒点だけでなく、連続光では見えないプラージュなどの比較的弱い磁場が分布している領域が可視化されることである。これにより、コロナ質量放出を引きおこすフィラメントが存在しうる大局的な磁気中性線の情報を得ることができる 。

キーワード：太陽黒点、磁気嵐、データアーカイブ
Keywords: Sunspot, Geomagnetic Storm, Data Archive

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

近世日本における気候変動と領主支配
Climate changes and lords' control in the early modern period in Japan

*鎌谷 かおる[1]、佐野 雅規[2]、中塚 武[3]
*Kaoru kamatani[1], Masaki Sano[2], Takeshi Nakatsuka[3]

1. 立命館大学、2. 早稲田大学、3. 総合地球環境学研究所
1. Ritsumeikan University, 2. Waseda University, 3. Research Institute for Humanity and Nature

近年、樹木年輪の酸素同位体比により復元された高精度な降水量データをもちいて、日本の過去の社会システムの変容を丁寧に解明しようとする研究が進められている。気候変動が何らかの社会システムの変容を導くには、さまざまな要素が介在しているはずである。古気候復元データと歴史資料を合わせて分析することで、気候と社会の間の因果関係を提示することは可能であり、本研究の狙いもそこにある。

本研究では、日本の長い歴史の中でも、近世期（17世紀～19世紀中頃）に焦点をあて、降水量の変動が領主支配のあり方にどのような影響を与えたのかを検討した。とくに今回は、気候変動による農業生産力の増減や災害被害の実態が、いかに理解・把握されて、領主支配の核となる租税体系が構成されていたのかを二つの地域を対象として分析した。

近世社会における納税は、行政村単位でおこなわれ、領主から毎年送付される免定（年貢の請求書類）にその内訳の詳細が記されている。免定には様々な数値が記されているが、とくに残高（のこりだか）は実質の各年の賦課可能な石高を示しており、それはつまり毎年の実質農業生産力の目安となる数値である。我々はこれに注目し、近江国（現滋賀県）の琵琶湖岸村々の残高と気候変動の経年変化を比較することで、洪水の多い湖岸地域の村の残高は、降水量に応じて変化していることを明らかにした。この研究では、①洪水がちな地域にとって、降水量の多さが農業生産力の減少にかなり影響があったこと、②税金を取る側の領主が、気候変動による生産力の増減を敏感に察知し、賦課可能な石高を調査していたことがわかった。

では、①近世日本の洪水がちな他の地域でも同様のことが言えるのだろうか。②いずれの近世領主も同様に気候変動への関心を持ち、租税体系に反映させているのであろうか。本研究では、この二つの点を解明するために、前述の琵琶湖湖岸の３ケ村々と、木曽川下流域に位置する尾張国海部郡川北村（現愛知県愛西市八開）を比較検討した。

検討の結果、琵琶湖岸村々では、残高が米の収量を反映していたのに対して、川北村では、残高と税率の積が米の収量に対応していることがわかった。つまり、琵琶湖岸村々の租税は、賦課可能の石高を領主側が計算する段階で気候変動による生産力の増減等の情報が加味し操作していたのに対して、川北村の租税は残高と税率に連動性はなく、両者の積が作況を示すように操作し、租税額が決定されていたのである。
以上のことから、農作物収量に水害の影響がある同様条件の村々においても、領主の違いによって気候変動への理解やそれに合わせた租税体系が異なることがわかった。近世日本の領主支配構造に、気候変動がどのような形で影響を与えていたかを解明することは、すなわち近世日本の気候と社会の因果関係を知る重要な手がかりとなる。本研究は、その一助となる事例である。

キーワード：気候変動、年貢、領主支配
Keywords: climate changes, tax, lords' control

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

静穏領域フィラメントの噴出によるマウンダー極小期中の巨大磁気嵐
Intense geomagnetic storm during Maunder minimum possibly by quiescent filament eruption

*磯部 洋明[1]、海老原 祐輔[2]、玉澤 春史[1]、河村 聡人[3]、早川 尚志[4]
*Hiroaki Isobe[1], Yusuke Ebihara[2], Harufumi Tamazawa[1], Akito Davis Kawamura[3], Hisashi Hayakawa[4]

1. 京都市立芸術大学美術学部、2. 京都大学生存圏研究所、3. 京都大学大学院理学研究科、4. 大阪大学大学院文学研究科
1. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 2. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 3. Graduate School of Science, Kyoto University, 4. Graduate School of Letters, Osaka University

本研究の目的は歴史文献中に記録されている低緯度オーロラの記録から黒点がほとんどない時期が長期間続いたマウンダー極小期（1645-1715）における太陽活動について探ることである。マウンダー極小期における磁気緯度が30度以下の低緯度地域の記録のうち、多地点同時観測によりオーロラであることが確実視されているのが1653年3月2日のオーロラである。このイベントは中国と日本の文献に独立した記録があることがWillis & Stephenson (2000)により既に指摘されている。

オーロラの仰角を10度程度と仮定すると、観測地の磁気緯度から推定されるオーロラ帯低緯度境界の磁気緯度は約43度となる。これにオーロラ帯の磁気緯度とDst指数の経験則(Yokoyama et al. 1998)を適用するとDst指数は-325nT程度となる。マウンダー極小期中も黒点が皆無だったわけではないので、このような大規模磁気嵐を起こす一つの可能性は、この時期にたまたま大きな黒点が出現していたということである。しかし同時期にHeveliusがヨーロッパで行っていた黒点観測記録と照合すると、3月1日と9日は無黒点との記録があり、少なくとも大きな黒点はなかった可能性が高い。一方で、1994年4月14日の磁気嵐(Dst~-200nT)のように、黒点から離れた静穏領域のフィラメント噴出が強い磁気嵐を起こすこともありうる。

Burton et al. (1975)が経験的に導出したDst指数の発展方程式を解くと、太陽風中の南向き磁場40nT、太陽風速度毎秒600kmが8時間程度続けば、Dst=<-300nTが実現されることが示唆される。これはフラックスロープの磁束にして約2.5x10^21Mxに相当し、超巨大静穏領域フィラメントの噴出に付随する値としては可能な範囲と考えられる。

キーワード：磁気嵐、オーロラ、コロナ質量放出、太陽フレア、マウンダー極小期、歴史文献
Keywords: magnetic storm, aurora, coronal mass ejection, solar flare, Maunder minimum, historical documents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstructing 1931 flood in Yangtze River basin and its application to Chinese economic history

*劉 暢[1]、川崎 昭如[1]、城山 智子[2]
*CHANG LIU[1], Akiyuki Kawasaki[1], Tomoko Shiroyama[2]

1. 東京大学大学院工学研究科社会基盤学専攻、2. 東京大学大学院経済学研究科経済専攻
1. Department of Civil Engineering, Graduate School of Engineering, the University of Tokyo, 2. Department of Economics, Graduate School of Economics, the University of Tokyo

Historical floods are receiving increased attention in flood research and in applied flood protection. One of the reasons is that they can be taken into account for the improvement of long-term data series and their statistical validation as well as for the analysis of return periods. Apart from that, analyzing the interaction between historical floods and socio-economic activities has attracted more and more interests as well. Previous research has focused on rebuilding temperature, precipitation, discharge and water level of historical floods, however, more detailed information like inundation depth and area is still required for more advanced analysis. In this research, we reconstructed the inundation condition and flood propagation process of 1931 flood in Yangtze River basin using Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) model and carried out some primary analysis on Chinese economic history. Although the 1931 flood in Yangtze River basin is recognized as the deadliest flood ever recorded for its damage to more than 25.2 million people and 58.7 billion m^2 farmland, it is considered to be simulated by a distributed hydrological model for the first time because of data scarcity in 1930s and document loss afterwards. However, with the help from many historians, lots of valuable historical documents were found and collected, which makes the model simulation possible. For the preparation of input data of RRI model, a) 24 stations' daily precipitation data from Jan 1st to Dec 31st were digitized from *Monthly Meteorological Bulletin* and *Hydrological Data of Yangtze River Basin*, b) land use classification data of 2015, 2005, 1995, 1985, 1975 were collected and land use classification data of 1955, 1935 and 1915 were simulated using Artificial-Neural-Network-based-Cellular-Automata (ANN-CA) scheme. Dataset b) is further validated by military map with similarity over 60%. The model was calibrated for the discharge at Chongqing gauge station by varying the land use, soil, geometry and precipitation related parameters and then evaluated using flood investigation map. We expect that the simulation result from RRI model is especially suitable for economic history study, because the inundation depth & area were generated daily for the whole year by a 2D diffusive scheme, with which historians can analyze flood impact in more detailed time and space scale. To demonstrate this point, some primary studies were also carried out: a) validation of the number of farmers influenced by 1931 flood with inundation severity, b) analysis of the rice price fluctuation in Hunan province with the inundation time and depth. From study b), one interesting finding is that places where navigation channel was limited and blocked tended to have higher rice price, which indicated the transportation mainly to be shipping in 1930s.

キーワード：長江流域、歴史洪水、水文モデル
Keywords: Yangtze River basin, historical flood, hydrological modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析
Seismicity Analysis Using Felt Reports and Attenuation Relation of Seismic Intensity

*石辺 岳男[1]、岩佐 幸治[1]、古村 美津子[1]、松浦 律子[1]
*Takeo Ishibe[1], Koji Iwasa[1], Mitsuko Furumura[1], Ritsuko S. Matsu'ura[1]

1. 地震予知総合研究振興会
1. Association for the Development of Earthquake Prediction

日記や公文書等の史料に残された有感地震記録から余震や群発地震を抽出し、歴史地震の地震活動解析や震源域推定等に活用できないか。本研究では史料中の有感地震記録を用いた新たな歴史地震研究の可能性を探るべく、気象庁震度データベースならびに震度の距離減衰式を用いて有感地震回数分布の再現性の検証を行った。また有感地震記録に基づき大地震の震源域を推定する予察的手法を構築し、2004 年新潟県中越地震、2008 年岩手・宮城内陸地震ならびに2011 年福島県浜通りの地震に対して適用するとともに様々な地震活動変化が有感地震の時空間的特徴に与える影響について調査した。本研究で得られた結果からは、今後、史料から有感地震に対する記述を抽出・蓄積するとともに、予察的に構築した手法を高度化することで歴史地震の震源域を従来の被害記述とは異なった観点から議論できる可能性が示唆された。

日本では過去1000年以上にわたる豊富な史料が残されており、史料記述に基づき例えば南海トラフ沿いの海溝型大地震が繰り返し発生してきたことが明らかにされ、歴史地震の震源域推定が行われてきた（例えば、宇佐美・他、2013）。しかしながら、副次的な津波や火災、地滑り等が被害の主要因であるため、地震動による被害を詳細に把握することが困難な歴史地震は少なくない。また、被害は当時の人口分布や建築物の経年劣化に強く依存しており、従来の手法によって推定された震源域は人口密集地域に偏って分布する可能性がある。

史料には被害記述の他に有感地震を記述したものがあるが、僅かな先行研究を除き、史料中の有感地震記述は歴史地震の震源域推定や地震活動解析に十分に活用されてきたとは言い難い。有感地震数は本震からの経過時間ならびに震源域からの距離に強く依存する為、有感地震数の時空間的な推移に基づき、大地震の震源域を制約できる可能性がある。また、有感地震数の増減は大地震後の地震活動度変化や誘発地震・群発的地震活動の発生を示唆する。史料中に記述された有感地震記録から、歴史時代に発生した大地震の震源域推定や地震活動の時間的・空間的な変化をイメージングする手法を構築できれば、従来の被害記述に基づいた大地震にのみ着目した歴史地震研究から、中小地震を含めた新たな歴史地震研究の展開が期待される。

2000 年～2010 年までに最大震度3 以上、深さ20 km 以浅で発生した約2300 の浅発地震を対象に、田中・他（2017）による距離減衰式から予測震度を計算し、計測（観測）震度と比較した。その結果、震源距離10 ～400 km 程度の有感域のほぼ全域にわたって残差が± 1 程度の範囲内に収まり、残差のヒストグラムは平均がほぼ0 の正規分布を示す事が分かった。また既往の距離減衰式に比べ幅広いマグニチュード、震源距離の範囲内で小さな残差になる事が示された。さらには日本全国で上記の期間に観測された地殻内地震による有感地震回数（震度2以上）の分布を概ね再現できた。これらの結果は、田中・他（2017）による地殻内地震に対する震度の距離減衰式が、中小地震、遠方の観測点まで日本全国の地表における計測震度の推定式として活用できる事を示している。

これらの背景を元に、有感地震記録に基づき大地震の震源域を推定する予察的手法を構築し、2004年新潟県中越地震、2008 年岩手・宮城内陸地震ならびに2011 年福島県浜通りの地震に対して適用した。具体的にはグリッドを緯度・経度方向に一様に配置し、それぞれのグリッドで地震の規模別頻度分布がグーテンベル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グ・リヒター則に従うものと仮定してランダムに地震を発生させ、それぞれの観測点において算出された有感地震回数と観測された回数との規格化残差を計算した。その結果、2004 年新潟県中越地震ならびに2008 年岩手・宮城内陸地震に対しては、残差分布から震源域が明瞭にイメージングされ、残差が最小となる地点も本震の震源にほぼ一致した。一方で、2011 年福島県浜通りの地震の場合には、その1 か月前に発生した東北地方太平洋沖地震による余震活動が活発な期間にあたる為、沖合においても残差が小さくなり、イメージングされた震源域は上記の2 地震に比べ不明瞭であった。

現在の震度観測点が稠密に展開されている状況に対しては、有感地震回数の分布から地震活動度を推定することができる可能性が示された。しかしながら、史料中の有感地震記述への適用可能性を考えた場合、史料から有感地震数を抽出できる点（震度観測点）は現在に比べ極端に少ない事が想定される。そこで観測点を間引いた場合に、残差分布ならびに残差が最小となるグリッドがどのように変化するか、調査した。その結果、観測点密度が低くなるにつれてイメージングされた震源域は不明瞭になるものの、観測点のカバレッジが保証され有感地震回数が突出する観測点がある場合には、観測点分布が疎になった場合でもある程度、震源域がイメージングされる事が分かった。

キーワード：有感地震、震度の距離減衰式、地震活動解析
Keywords: Felt Report, Attenuation Relation of Seismic Intensity, Seismicity Analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本産樹木年輪の炭素14年代測定－年代研究と日本版較正曲線
Radiocarbon dating of Japanese tree rings –chronological research and Japanese calibration curve

*坂本 稔[1,2]、箱﨑 真隆[1]、光谷 拓実[3]、中塚 武[4,5]
*Minoru Sakamoto[1,2], Masataka Hakozaki[1], Takumi Mitsutani[3], Takeshi Nakatsuka[4,5]

1. 国立歴史民俗博物館、2. 総合研究大学院大学、3. 奈良文化財研究所、4. 総合地球環境学研究所、5. 名古屋大学
1. National Museum of Japanese History, 2. The Graduate University for Advanced Studies, 3. Nara National Research Institute for Cultural Properties, 4. Research Institute for Humanity and Nature, 5. Nagoya University

炭素14年代を暦上の年代に修正するためには，樹木年輪など暦年代の判明した試料の炭素14年代に基づいて整備された「較正曲線」が用いられる。北半球用の較正曲線IntCalには，これまで主に欧米の高緯度地域に生育していた樹木年輪の炭素14年代が用いられてきたが，現在整備が進められている最新版「IntCal19」では，様々な地域のデータが反映される見込みである。

筆者らは過去3,000年間を対象に，日本産樹木年輪の炭素14年代測定を継続してきた。最近は，炭素14-ウィグルマッチ法による文化財建造物の年代研究の需要もあり，中世・近世の日本産樹木年輪の測定にも注力している。その背景には，樹種によらない新しい年輪年代法「酸素同位体比年輪年代法」の実用化がある。暦年代の判明した樹木年輪の入手が格段に容易になり，データの蓄積が急速に進展しつつある。

日本産樹木年輪の炭素14年代は，時期によりIntCalからずれる「地域効果」を見せることがある。特に弥生から古墳にかけての時期が顕著であり，IntCalによる年代較正では実際より古い年代を与えてしまう。また，より高い精度・確度が求められる歴史資料の年代較正には，汎用性を重視し平滑化されたIntCalでは不十分な場合がある。年代研究の推進には，日本産樹木年輪の炭素14年代の挙動を明らかにし，日本版較正曲線の整備を進めることが必要である。

本研究は国立歴史民俗博物館共同研究，および地球研プロジェクト（H-05）による成果の一部である。また，科学研究費補助金（25282075, 18H03594）の支援を受けている。

キーワード：炭素14年代法、年輪年代法、較正年代、地域効果
Keywords: radiocarbon dating, dendrochronology, calibrated age, regional effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽物理学における、科学的知見を踏まえた歴史資料の活用方法
Usage of Historical Documents with Scientific Understandings in the field of Solar Physics

*河村 聡人[1]、早川 尚志[2]、玉澤 晴史[3]、磯部 洋明[3]、柴田 一成[1]
*Akito Davis Kawamura[1], Hisashi Hayakawa[2], Harufumi Tamazawa[3], Hiroaki Isobe[3], Kazunari Shibata[1]

1. 京都大学大学院理学研究科附属天文台、2. 大阪大学大学院文学研究科、3. 京都市立芸術大学美術学部
1. Astronomical Observatory, Kyoto University, 2. Graduate School of Letters, Osaka University, 3. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts

太陽は人類が最も研究している恒星ではありますが、その知見は限られた時間スケールでの観測に基づいています。太陽活動の科学的な記録は、黒点に関して約400年、エネルギーの解放を伴う突発的増光現象であるフレアに関して約160年にわたります。一方で、人々は何千年にもわたって太陽活動の痕跡を観察し記録してきました。その現象を今日の我々はオーロラと呼んでいます。我々の研究の第一のゴールは、科学的な黒点観測と歴史資料に残るオーロラの記録とを組み合わせ、過去400年の太陽活動を解明することです。

我々が知りたい物理変数はフレアの強度で、現代の太陽観測に基づく統計からその強度を推定する手法を開発しました。この手法の鍵となるのは、フレア時にコロナ質量放出が起こったことを強く示唆する低緯度オーロラの観測です。黒点の大きさの科学的観測と低緯度オーロラ観測の歴史資料から、フレア強度を推定することができるようになりました。

当ポスター発表では、歴史資料を用いた太陽物理学の将来性と課題を議論します。当ポスターを科学と歴史学のコラボレーションの成功の一例として提示します。

キーワード：太陽物理学、宇宙天気、歴史資料
Keywords: Solar Physics, Space Weather, Historical Documents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

江戸時代後期の北上川における自然災害と社会
The study of the relationship between the flood of Kitakami River and sociaty in the end of Edo period

*佐藤 大介[1]、高橋 美貴[2]
*Daisuke Sato[1], Yoshitaka Takahashi[2]

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 東京農工大学
1. International Reserch Institute of Disaster Science Tohoku University , 2. Tokyo University of Agriculture and Technology

本報告では、かつての仙台藩領である宮城県および岩手県南部に残された古文書史料を分析し、主に江戸時代後期の北上川で起こった洪水その他の自然災害の発生状況について改めて確認する。その上で、それらの事象が流域の社会に与えた影響について、生業や生活環境の面から考察する。

日本有数の大河である北上川の、江戸時代における洪水発生の状況については、東北地方整備局岩手県工事事務所『北上川』において、岩手県内の年代記資料に基づき概観されている。北上川での歴史災害に関する先駆的な成果として現在でも活用されているものの、下流域である宮城県での状況については体系的な整理がなされていない。江戸時代の北上川流域全体での水害の程度、範囲に関する史実の確定自体が、依然として課題だといえる。そのことは、文献史学における自然環境の影響を踏まえた研究はもちろん、さらに理系分野での各種データとの照合・解釈のための基礎的環境の整備という観点からも必須の作業である。もちろん関連史料の「完全な発掘」は遠い課題であるが、今回はかつての仙台藩領で確認した2100頁におよぶ日記史料「丸吉皆川家日誌」などの新史料も活用しつつ、水害の基礎的な状況を確認し、また人間社会への影響について考察したい。

江戸時代後期、特に18世紀末以降の北上川では、しばしば大規模な洪水が発生していた。「丸吉皆川家日誌」から、19世紀前半の水害記事を確認すると、寛政三年十月十六日（グレゴリオ暦1790年12月16日）の大雨、享和二年六月二九日（1802年7月28日）大雨・大洪水、文政十年十一月十三日（1827年12月30日）～十八日雨天、天保六年閏七月七日（1835年8月30日）嵐・大雨、天保七年八月十六日（1836年9月26日）～十七日大雨・少々風、天保七年十月十六日（1836年12月23日） 同夜大雨・大風休みなし、天保八年六月九日（1837年7月11日）～十一日大雨、天保九年三月二日（1838年3月27日）、天保一〇年六月二日（1839年7月2日）～三日、天保十一年七月十八日（1840年8月15日）～十九日となっている。天保年間（1830～44）には大凶作をもたらす一因となった冷夏が続いた影響か、台風に伴うと思われる大雨による水害が毎年続いていた。一方で重要なのは、冬期にしばしば大洪水が発生していることである。寛政三年の水害では、北上川の河岸場であった磐井郡黄海（岩手県一関市）の移転が起こっていた。夏期だけでなく、年間の気象状況について復元し、洪水の全容を解明する必要があろう。

一方、北上川の洪水については気象現象に加え、人間の自然への働きかけが被害を拡大した可能性もあった。19世紀前半の仙台藩においては、燃料や建材の旺盛な需要により山林の荒廃が進み、土砂流入による河底の上昇が洪水を頻発させたという藩官僚の報告書が残されている。報告者の高橋美貴が明らかにしたように、「川様無然」というキーワードが創出され、藩官僚、さらには地域側にも問題として共有されるようになっていた。また、北上川河口の桃生郡名振浜に残されていたサケの水揚帳の分析からは、この時期においてしばしば濁水の漁場への流入を示す記事があり、漁場環境の悪化が示唆されている。また、天保六年閏七月の洪水は、仙台城下町にも浸水被害をもたらし、当時進行していた政治改革を頓挫させる一因ともなった。北上川に洪水をもたらした自然現象は、生業、さらには政治にも大きな影響を与えていたのである。

今後は、当該期の雨量、川の流量、台風の到来、自然現象の復元を、理系分野のデータも活用しつつ行うことにより、より厳密な自然環境の復元を行い得ると考えられる。そのとは、古文書の解釈が基本となる文献史学において、その背景となる状況把握への厳密性を与え、新たな分析視角を獲得できる可能性があると考えている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：北上川、流域史、江戸時代、古文書分析、仙台藩
Keywords: Kitakami River, Area study, Edo period, Historical records, Sendai Han

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古日記データ同化による歴史天候の復元
Reconstruction of Historical Weather with Data Assimilation Using Old Diaries

*芳村 圭[1]、Neluwala Panduka[2]、市野 美夏[3]、増田 耕一[4]、平野 淳平[5]
*Kei Yoshimura[1], Panduka Neluwala[2], Mika Ichino[3], Kooiti Masuda[4], Junpei Hirano[5]

1. 東京大学生産技術研究所、2. University of Peradeniya 、3. 国立情報学研究所、4. 首都大学東京、5. 帝京大学
1. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 2. University of Peradeniya , 3. National Institute of Informatics, 4. Tokyo Metropolitan University, 5. Teikyo University

気候変動のメカニズムを理解するうえで長期の大気再解析データは欠かせないが、現在の最長データは130年間余りである。それ以上過去に遡れていない原因としては直接の気象観測データの不足によるものが大きい。ただし、近代的な気象観測データが存在しない過去にも、古文書に記載された日々の天気情報が長期間にわたって存在している場合がある。日本はいわばそのような古い天気情報の宝庫と言える。本研究では、それらの古い天気情報を最新のデータ同化システムに投入する手法を開発し、大気状態の拘束条件としての効果を調べ、既存の再解析データをより過去に延長する手法を提案する。観測データ、予測モデル、データ同化スキームとして、それぞれ歴史天候データベース、全球スペクトルモデル、局所アンサンブル変換カルマンフィルタを使用したシステムを構築した。天気を示すアナログ情報は、3から5段階程度に分類して、雲量割合や地表面下向きの短波放射と対応させることが良く、アンサンブル数は30程度が計算効率と精度の兼ね合いから適切ということがわかった。以上の設定を用いて、現代（1990年代）を対象として、18地点の気象観測所で得られた天気情報を与えたデータ同化結果が、与えない結果に比べて現代の再解析データにどれほど近づいたかで結果を評価した。その結果、短波放射量及び雲量に大きな改善が見られ、降水量にも有意な改善が確認された。これらの改善は、日本の春季・秋季に特に顕著な総観規模での気圧配置の変遷を適切に拘束できたためにもたらされたと考えられる。さらに、無降水日情報を観測項目としてデータ同化に加えると、降水量の精度が上がることが確認された。その上で実際の古日記データを用いた1830年代、1860年代の実験を行った。横浜で実際に観測された1860年代の気温と降水量と比較して、類似した季節変化及び年々変動が得られることが確認できた。

キーワード：古日記、データ同化、天候復元
Keywords: old diaries, data assimilation, weather reconstruction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1830年京都地震史料における，余震活動減衰式の当てはめるデータ範囲に関する考察 －同一地点における余震回数の違いの原因－

Examination of data range for fitting Omori-Utsu law to temporal decay of aftershocks presented in historical materials on the 1830 Kyoto earthquake: Reason for the difference of numbers of aftershocks in the same place

*服部 健太郎[1]、大邑 潤三[2]、中西 一郎[1]
*Kentaro Hattori[1], Junzo Ohmura[2], Ichiro Nakanishi[1]

1. 京都大学、2. 佛教大学
1. Kyoto Univ., 2. Bukkyo Univ.

We study the temporal decay of aftershock sequences of the 1830 Kyoto earthquake. Omori(1908) examined aftershock sequences including that of the 1830 Kyoto earthquake. Matsui and Oike (1997) attempted to determine epicenter of the 1830 Kyoto earthquake by using the number of felt aftershocks in time range from the main shock to the next morning in several observational areas including Kyoto. They used two different numbers as the number of felt aftershocks for Kyoto: 100 written in Banzai Rakki and 4 written in Tansui Nikki. In the case using the former number, they obtained the epicenter consistent with that obtained by Usami (1996). However, in the case using the latter number, they obtained an epicenter near the northern shore of the lake Biwa, and the epicenter is inconsistent with distribution of damage caused by the earthquake. They did not pursue the reason of the discrepancy between two numbers for Kyoto.

In order to solve the above mentioned discrepancy among the earthquake records for Kyoto, we include another record Tenpo Zakki in addition to Banzai Rakki.Both records show quite different numbers of daily aftershocks during several days, though they were written in the same place. Kitahara and Ohmura (2012) suggest that the original record was written by an officer in Nijo-jo Castle and was copied many times. They made a graph of temporal decay of daily numbers of aftershocks for a period of one month after the main shock. However, they made neither analysis of the aftershock sequences nor information evaluation of the records.

We examined carefully description of daily aftershocks in both records to know the reason for the differences of the numbers of felt aftershocks. The records show the sizes of earthquakes by the diameters of handwritten circles for each day. Comparing the diameter of standard circle for every day, we infer that writers of the records used different criterion to count the numbers of felt aftershocks.

We measure the diameter of standard circle for every day, and find the diameter changes with day. Fig.1 shows the daily variation of diameter of standard circle in the both records. The vertical axis shows the count threshold of circle diameter (arbitrary unit), and horizontal axis shows the date. Fig.1 suggests that the threshold count level used in Banzai Rakki is larger than that used in Tenpo Zakki. This result means that the number of counted aftershocks becomes smaller in Banzai Rakki than in Tenpo Zakki. The interpretation is consistent with the actual difference of the number of aftershocks in the both records. The threshold level for counting used in Banzai Rakki changes more rapidly with time than that used in Tenpo Zakki (Fig.1). Especially, the change of the threshold level from 7/3 to 7/5 is not negligible in Banzai Rakki.

The above information evaluation of the two records reveals the difference of the two records written in the same place. We fit Omori-Utsu law (Utsu, 1961) to the aftershock sequences after 7/5. We assume

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

that the c value is 0.1 and the p values fall in about 1.2. We obtain a better fit in Tenpo Zakki (Fig.2). Our study may suggest that Tenpo Zakki may have better information quality than Banzai Rakki and the numbers of aftershocks after 7/5 should be used for study of the 1830 Kyoto earthquake.

キーワード：1830年京都地震、余震系列、大森・宇津公式
Keywords: the 1830 Kyoto earthquake , aftershock sequence, Omori-Utsu law

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

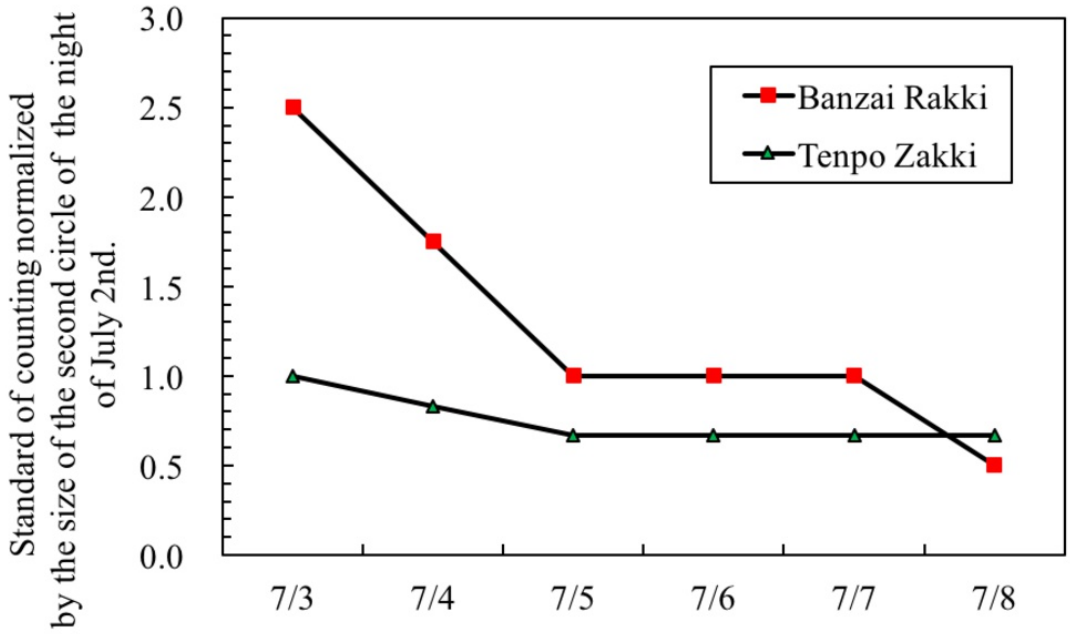


Fig.1 Comparison of two records

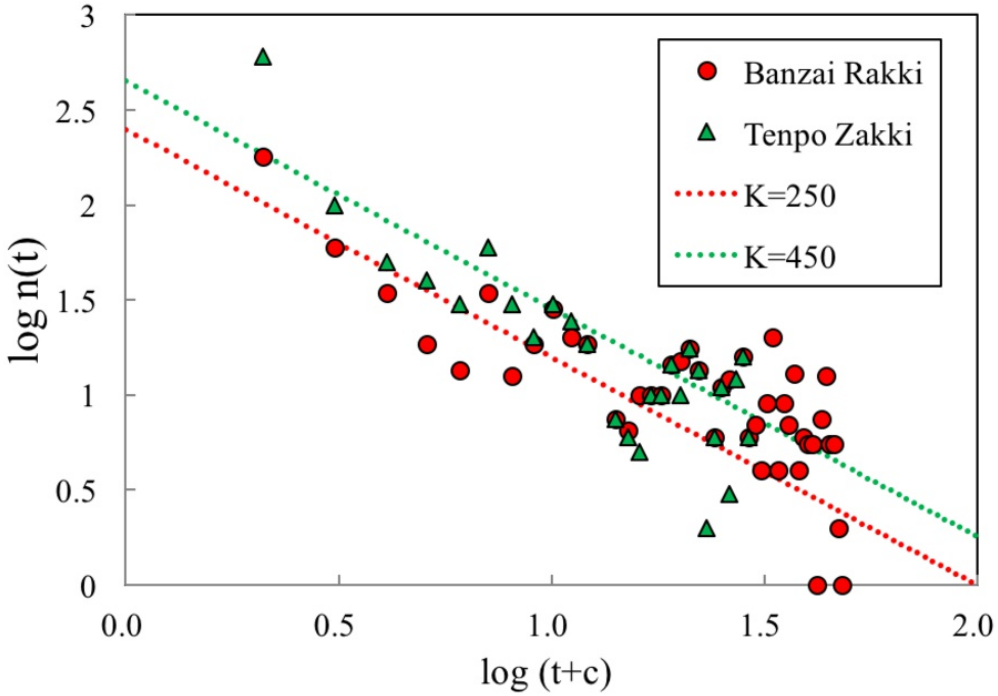


Fig. 2 Temporal decay of the aftershocks of the 1830 Kyoto earthquake with lines (p=1.2) from Omori-Utsu law (Utsu, 1961)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古絵図から特定する安政東海地震における浜名湖周辺の津波痕跡について
Tsunami trace height of the AD 1854 Ansei Tokai tsunami around the lake Hamanako inferred from historical maps

*蝦名 裕一[1]、今井 健太郎[2]、都司 嘉宣[3]、岩瀬 浩之[4]
*ebina yuichi[1], Kentaro Imai[2], Yoshinobu Tsuji[3], hiroyuki iwase[4]

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. 公益財団法人深田地質研究所、4. 株式会社エコー
1. International Research Institute of Disaster Science, 2. JAMSTEC, 3. Fukuda Geological Instite, 4. (C)ECOH CORPORATION

本報告では1854年（嘉永７年／安政１年）に発生した安政東海地震における浜名湖周辺の津波被害について描いた絵図、「舞坂宿津波図」および「安政地震津波災害絵図」（浜松市博物館所蔵）の分析から、津波の到達点を特定するものである。

浜名湖東岸に位置する舞坂宿（現在の静岡県浜松市西区舞阪町）は、東海道の宿場町として栄えた地域である。『静岡県史　自然災害編』(1996)によると「舞坂宿津波図」は、舞坂宿の住人であった渡辺八郎平が、安政東海地震の発生時に津波に浸水した舞坂宿の様子を描いたものであり、標高の高い「氏神社」や「宝登山」に避難した人々が集まっている様子をみることができる。街道の浸水点として、東側新町では常夜灯付近まで津波が浸水している様子が読み取れる。また、西側の西町における津波で浸水した「指月院」の付近に階段状の描写がされている。これは『東海道分限延絵図』で「往古上り場」と呼ばれる場所であり、当時浜名湖東岸に存在した脇本陣・問屋場の数件東側まで浸水していたことがわかる。

「安政地震津波災害絵図」（内山富寿画）は、安政東海地震津波の発生当時、奥浜名湖気賀地方に押し寄せた津波の様子と、津波が引いた後の状況を２枚の絵図の重ね合わせで表現をしたものである。ここでは浜名湖北側の通る、いわゆる姫街道を目印として、いくつかの津波到達点を読み取ることができる。津波発生時の絵図を見ると、姫街道の往来を監視する気賀関所の門前まで津波が到達しているが、関所本体には津波が浸水していないことが読み取れる。また、「二ノ宮社」付近の「小森沢」や「岩根沢」といった場所では、姫街道付近が津波の到達点として描かれている。さらに、奥浜名湖に流れ込む郁田川河口部に位置する「大円寺」は、墓地となっている山周辺が水没している様子が描かれている。

浜名湖周辺、特に奥浜名湖周辺は津波到達点について明確な場所を記載した文献が乏しいが、これらの絵図の分析からいくつかの津波痕跡点を得ることができた。これらの痕跡点を、津波工学をはじめとした他分野連携による研究によって、過去の南海トラフ巨大地震の詳細の解明に繋がれば幸いである。

〔謝辞〕
H25-32年度文部科学省「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」（研究代表者：海洋研究開発機構 金田義行）の成果の一部です．ここに記して感謝の意を表します．

キーワード：安政東海地震津波、浜名湖、古地図
Keywords: Ansei Tokai earthquake and tsunami, Lake hamanako, historical maps

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[M-IS17] 歴史学×地球惑星科学

コンビーナ:加納 靖之(東京大学地震研究所)、芳村 圭(東京大学生産技術研究所)、磯部 洋明(京都市立芸術大学美術学部)、岩橋 清美(国文学研究資料館)

現代の地球惑星科学において観測データは不可欠であるが，一方でそのデータを取得し始めたのは地球の歴史から見ればあまりに最近である．様々な長期変動を議論したり，非常に稀な現象をとらえたりするには，現代観測以前の情報を有効に活用しなければならない．人々が様々な場面で記録した記録は，歴史的な価値と同時に，自然科学の重要な観測記録の側面ももつ．
　歴史資料を利用した地球惑星科学研究は，歴史地震学，歴史気象学・気候学，歴史天文学など，様々な分野で行われているが，分野間連携により資料・データや手法，モデルなどそれぞれの知見を共有することで新たな知見が得られる．歴史資料の利用にあたってはその信頼性や書かれた社会背景なども吟味する必要があり、歴史学者の参画が必須である。同時に、現代自然科学の観点から歴史史料に残された現象を読み解くことは、翻って歴史学にも新たな知見をもたらし得る。
　人文情報学の発達や，歴史資料を使用したデータ同化といった新手法など，近年の新たな動きを概観するとともに，自然科学，社会科学，人文科学にわたる幅広い研究者の間の交流や対話をうながし，新たなアイデアを創出する．

[MIS17-P01] 「歴史学×地球惑星科学」の目指すもの

*加納 靖之[1]、磯部 洋明[2]、芳村 圭[3]、岩橋 清美[4]、玉澤 春史[5,2] (1.東京大学地震研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.東京大学生産技術研究所、4.国文学研究資料館、5.京都大学防災研究所)

[MIS17-P02] 距離減衰式を用いた歴史地震の震度分布の再検討

*加納 靖之[1]、大邑 潤三[2] (1.東京大学地震研究所、2.京都大学防災研究所)

[MIS17-P03] れきすけ：多分野連携による歴史資料に関する情報共有システム

★招待講演

*市野 美夏[1,2]、橋本 幸恵、増田 耕一[3]、北本 朝展[2,1]、平野 淳平[4] (1.大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構・データサイエンス共同利用基盤施設　人文学オープンデータ共同利用センター、2.国立情報学研究所、3.首都大学東京、4.帝京大学文学部)

[MIS17-P04] 絵図にみる1707年富士山宝永噴火後の降灰除去の実態

*大邑 潤三[1] (1.京都大学防災研究所附属地震予知研究センター)

[MIS17-P05] 市民参加による歴史史料からの地球惑星科学現象サーベイワークショップ

*玉澤 春史[1,2]、岩橋 清美[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.国文学研究資料館)

[MIS17-P06] 現代観測と歴史史料をつなぐ20世紀前半の観測データ：花山天文台乾板データの利用例

*玉澤 春史[1]、北井 礼三郎[4]、磯部 洋明[2]、上野 悟[3]、坂上 峻仁[3] (1.京都大学防災研究所、2.京都市立芸術大学美術学部、3.京都大学大学院理学研究科附属天文台、4.佛教大学)

[MIS17-P07] 近世日本における気候変動と領主支配

*鎌谷 かおる[1]、佐野 雅規[2]、中塚 武[3] (1.立命館大学、2.早稲田大学、3.総合地球環境学研究所)

[MIS17-P08] 静穏領域フィラメントの噴出によるマウンダー極小期中の巨大磁気嵐

*磯部 洋明[1]、海老原 祐輔[2]、玉澤 春史[1]、河村 聡人[3]、早川 尚志[4] (1.京都市立芸術大学美術学部、2.京都大学生存圏研究所、3.京都大学大学院理学研究科、4.大阪大学大学院文学研究科)

[MIS17-P09] Reconstructing 1931 flood in Yangtze River basin and its application to Chinese economic history

*劉 暢[1]、川崎 昭如[1]、城山 智子[2] (1.東京大学大学院工学研究科社会基盤学専攻、2.東京大学大学院経済学研究科経済専攻)

[MIS17-P10] 有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析

*石辺 岳男[1]、岩佐 幸治[1]、古村 美津子[1]、松浦 律子[1] (1.地震予知総合研究振興会)

[MIS17-P11] 日本産樹木年輪の炭素14年代測定－年代研究と日本版較正曲線

*坂本 稔[1,2]、箱﨑 真隆[1]、光谷 拓実[3]、中塚 武[4,5] (1.国立歴史民俗博物館、2.総合研究大学院大学、3.奈良文化財研究所、4.総合地球環境学研究所、5.名古屋大学)

[MIS17-P12] 太陽物理学における、科学的知見を踏まえた歴史資料の活用方法

*河村 聡人[1]、早川 尚志[2]、玉澤 晴史[3]、磯部 洋明[3]、柴田 一成[1] (1.京都大学大学院理学研究科附属天文台、2.大阪大学大学院文学研究科、3.京都市立芸術大学美術学部)

[MIS17-P13] 江戸時代後期の北上川における自然災害と社会

*佐藤 大介[1]、高橋 美貴[2] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.東京農工大学)

[MIS17-P14] 古日記データ同化による歴史天候の復元

*芳村 圭[1]、Neluwala Panduka[2]、市野 美夏[3]、増田 耕一[4]、平野 淳平[5] (1.東京大学生産技術研究所、2.University of Peradeniya 、3.国立情報学研究所、4.首都大学東京、5.帝京大学)

[MIS17-P15] 1830年京都地震史料における，余震活動減衰式の当てはめるデータ範囲に関する考察 －同一地点における余震回数の違いの原因－

*服部 健太郎[1]、大邑 潤三[2]、中西 一郎[1] (1.京都大学、2.佛教大学)

[MIS17-P16] 古絵図から特定する安政東海地震における浜名湖周辺の津波痕跡について

*蝦名 裕一[1]、今井 健太郎[2]、都司 嘉宣[3]、岩瀬 浩之[4] (1.東北大学災害科学国際研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人深田地質研究所、4.株式会社エコー)

「歴史学×地球惑星科学」の目指すもの
Perspective of 'History X Earth and Planetary Science'

*加納 靖之[1]、磯部 洋明[2]、芳村 圭[3]、岩橋 清美[4]、玉澤 春史[5,2]
*Yasuyuki Kano[1], Hiroaki Isobe[2], Kei Yoshimura[3], Kiyomi Iwahashi[4], Harufumi Tamazawa[5,2]

1. 東京大学地震研究所、2. 京都市立芸術大学美術学部、3. 東京大学生産技術研究所、4. 国文学研究資料館、5. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 3. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 4. National Institute of Japanese Literature, 5. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

「歴史学×地球惑星科学」は本セッションのタイトルであり，また，昨年秋に申請した科学研究費補助金の新学術領域研究（研究領域提案型）の課題名でもある．後者においては，「天」「気」「地」「人」の4つの計画研究により領域を形成する案となっている．「天」＝歴史資料を活用した過去の天体活動やオーロラ・太陽活動の研究，「気」＝歴史資料を活用した過去の気象・気候（災害）の研究，「地」＝歴史資料を活用した過去の地震・災害の研究,「人」＝自然環境の変動や災害が人の移動や組織化、人々の自然認識・思考様式にどのように影響を与えてきたか，という研究項目である．

歴史学と自然科学の各分野との協働は，これまでも多くのプロジェクトにおいて実施され，現在も大小さまざまのグループで取り組まれている．本発表では，「歴史学×地球惑星科学」の今後について議論したい．以下に本セッションの概要を再掲する．

現代の地球惑星科学において観測データは不可欠であるが，一方でそのデータを取得し始めたのは地球の歴史から見ればあまりに最近である．様々な長期変動を議論したり，非常に稀な現象をとらえたりするには，現代観測以前の情報を有効に活用しなければならない．人々が様々な場面で記録した記録は，歴史的な価値と同時に，自然科学の重要な観測記録の側面ももつ．

歴史資料を利用した地球惑星科学研究は，歴史地震学，歴史気象学・気候学，歴史天文学など，様々な分野で行われているが，分野間連携により資料・データや手法，モデルなどそれぞれの知見を共有することで新たな知見が得られる．歴史資料の利用にあたってはその信頼性や書かれた社会背景なども吟味する必要があり、歴史学者の参画が必須である。同時に、現代自然科学の観点から歴史史料に残された現象を読み解くことは、翻って歴史学にも新たな知見をもたらし得る。

人文情報学の発達や，歴史資料を使用したデータ同化といった新手法など，近年の新たな動きを概観するとともに，自然科学，社会科学，人文科学にわたる幅広い研究者の間の交流や対話をうながし，新たなアイデアを創出する．

キーワード：歴史学、天文学、太陽物理学、気象学、地震学
Keywords: History, Astronomy, Solar phisics, Meteorology, Seismology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

距離減衰式を用いた歴史地震の震度分布の再検討
Reexamination of intensity distribution of Japanese historical earthquakes using attenuation relation

*加納 靖之[1]、大邑 潤三[2]
*Yasuyuki Kano[1], Junzo Ohmura[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 京都大学防災研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Diasaster prevention Research institute, Kyoto University

歴史地震の研究では，史料に書かれた被害や地変等の記述を抽出し，それを震度に変換して，どのような震源であったかを推定することが多い．これまでに，地震による被害等を記録した史料の収集が進められており，その成果が『大日本地震史料』，『日本地震史料』，『新収日本地震史料』などの史料集にまとめられている．これらの記述をもとに，主として被害が発生した地震について，地震の発生日時，震央あるいは震源の位置や規模などが推定されてきた．その際には，被害の様相からその地点での震度を推定し，等震度線を描くことで，震央や規模を推定されることが多い．過去の地震について調べる際には，(1) 史料の発見と解読，(2) 震度への変換，(3) 震央あるいは震源の推定という3つの要素が考えられる．これらのそれぞれにおいて，距離減衰式を活用することを考えた．

現在までに多数の史料集が刊行され，多くの史料を利用することができる．しかしながら，個々の地震について詳細を知るためには，より多くの史料が必要な場合がある．歴史地震研究において，地震研究者と歴史研究者が共同研究を実施する際に，共同作業としてあり得るのは，未紹介の史料を見出し，それを解読することが挙げられる．大きな地震の場合には被害が発生した地域や有感範囲が広大であり，短期間に悉皆的に史料調査を実施するのは難しいだろう．距離減衰式を用いることで，過去に発生した地震について，任意の地点の震度を簡便に予想することができる．それをもとに歴史研究者との共同調査を企画するなどできるだろう．

震度の変換には，被害状況と震度とを対応づける変換表（ここでは歴史地震の震度変換表とよぶ）が提案されている．たとえば，ある震度では民家にどのような被害が発生するか，あるいは，その割合はどのくらいかなどをまとめた表である．この変換表の妥当性を検討するため，近年発生したいくつかの地震（2018年の大阪府北部の地震など）について，伝統的建造物の被害から，歴史地震の震度変換表を用いて震度を推定した．伝統的建造物の所在地に震度計があるわけではなく，その地点での実際の震度を知ることはできない．歴史地震の震度変換表による推定震度と周囲の計測震度は，震度の距離減衰式から予想される震度分布と調和的であった．今回みられた震度と対象物の範囲では，歴史地震の変換表は妥当であるといえる．

震央あるいは震源の位置や規模の推定においても，距離減衰式を活用できる．等震度線を描きその中心を震央とし，ある震度の範囲の広がりから経験的に規模を推定することが行われてきた．距離減衰式は，地震の規模と震央または震源距離の関数になっている．史料から推定した震度分布に対して距離減衰式を当てはめることで，地震の規模を推定できる．日本周辺で発生したいくつかの歴史地震について，震央の推定を試みた．これまでに推定されてきた震央分布とおおむね一致する結果となった．

キーワード：歴史地震、距離減衰式、震度分布、Macroseismic data points
Keywords: Historical earthquakes, Attenuation relation, Intensity distribution, MDPs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

れきすけ：多分野連携による歴史資料に関する情報共有システム
Rekisuke: a system for sharing bibliographic information of historical documents through Interdisciplinary collaboration

*市野 美夏[1,2]、橋本 幸恵、増田 耕一[3]、北本 朝展[2,1]、平野 淳平[4]
*Mika Ichino[1,2], Yukie Hashimoto, Kooiti Masuda[3], Asanobu Kitamoto[2,1], Junpei Hirano[4]

1. 大学共同利用機関法人　情報・システム研究機構・ データサイエンス共同利用基盤施設　人文学オープンデータ共同利用センター、2. 国立情報学研究所、3. 首都大学東京、4. 帝京大学文学部
1. Center for Open Data in the Humanities, Joint Support-Center for Data Science Research, Research Organization of Information and Systems , 2. National Institute of Informatics, 3. Tokyo Metropolitan University, 4. Faculty of Liberal Arts, Teikyo University

日本各地に残る歴史資料（史料）は，天候情報を利用する歴史気候学をはじめ，古地震学，天文学などの科学分野のみならず，社会学，経済学など多様な分野で研究に利用されてきた．一方，このような史料は測器による観測データやボーンデジタルなデータとは異なり，研究で利用するためには多くの処理を必要とする．そのような中，史料を利用する際の共通の課題解決に向け，多分野の研究者での協働が始まっている．そして，多様な分野による協働が分野横断型の研究へと展開し，さらには新たな研究分野の創出へとつながると期待される．

史料の利用においては翻刻からデータ構造化というデータ処理方法のほか，解析手法の開発に加え，データ共有のための新たな枠組みの構築といった多くの課題がある．中でも，歴史学などの専門分野以外の研究者にとって，くずし字翻刻や現代語訳は大変な作業であるが，そもそも「どの史料が研究に利用できるのか？」という情報を得るシステムがない．例えば，史料の書誌情報があったとしても，天気や地震など地球惑星科学研究に関する情報をはじめ，例えば，翻刻の状態，観測地の変遷，記述の信頼性など，研究者が必要な情報はほとんどない．

一方，共通の史料をさまざまな分野で利用できる場合が多く，例えば，日記には天気，隕石や地震など，多様な記録が含まれており，各分野で独自にデータが整理されている．データ本体の共有にはさまざまな障壁があり容易ではない．まずは分野間で研究に利用する史料について，さまざまな情報を共有し，有効活用することで，いわゆる「二度手間」を減らすことを目指した．そこで，史料探索や情報取得を支援し，作業負担を軽減するシステムとして「れきすけ」を構築した．現在，試験運用および改修を進め，公開を目指している．また，各史料のデータベースやデータ構造化システムなどと連携も進めている．

「れきすけ」とは，一般的な書誌情報に，これら史料に関する情報や研究で得られた知見，研究過程での史料利用における経験などの多様な付加情報が加わった多分野協働型の書誌情報データベースである．特に，気候学や地震学など地球科学分野をはじめとする研究分野での利用において，時空間情報は重要な要素である．「れきすけ」は史料に関する時空間情報を扱うAPI等を利用し，時間情報による検索機能がある．一方，位置情報については歴史地名などの課題があるが，地図表示や地域単位での絞り込みは可能である．

「れきすけ」の情報は，多岐にわたる史料利用者の相互協力によるものであり，どのように収集し整理していくかという点も重要な課題である．史料を所蔵している機関では，より多くの人に利用してもらうための試行錯誤を続けている．そこで，「れきすけ」を史料のプロモーションとして利用する試験的な取り組みも始めた．「れきすけ」を利用し，従来の書誌情報に加え研究に有益な情報を含めることで，所蔵史料の利用者の多様化と拡大を目指す．さらに，さまざまな研究分野で各地の史料が利用されることで，史料の価値が再認識され，史料保全にもつながると期待している．

キーワード：歴史資料、情報共有、多分野連携、メタデータ、古気候学
Keywords: Historical documents, Sharing information and data, Interdisciplinary collaboration, Metadata, Paleo climatology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

絵図にみる1707年富士山宝永噴火後の降灰除去の実態
Analysis of reconstruction processes after the 1707 Hoei eruption of Fuji Volcano based on old maps

*大邑 潤三[1]
*Junzo Ohmura[1]

1. 京都大学防災研究所附属地震予知研究センター
1. Research Institute for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1707（宝永4）年に発生した富士山宝永噴火では，大量の火山灰（宝永スコリア）が富士山東麓部に降り積もった．駿東郡御厨地方（現静岡県東部）の村々は１ｍほどの火山灰に覆われたため，住民の手によって火山灰の除去作業（砂除け）が行われていった．本事例に関しては幕府の対応や復興について，永原（2002）が詳細にまとめているが，下流にあたる神奈川県酒匂川の治水に関するものが多く，史料の制約もあって御厨地方の砂除けの実態についてはあまりわかっていない．本研究ではこれまであまり用いられていない絵図史料を用いて，砂除けがどのように進められていったかを明らかにする．

本地域には降灰後の復興過程で作成された村絵図が数点存在する．これらは享保期（1716～1736）に作成されたものと思われる．田畑の別や道路，河川，村境などが記されているほか，「亥砂埋」つまり亥年の噴火による降灰で埋まった場所が描かれている．GISによるジオリファレンスなどの技術も用いて近現代の地図と比較すると，河川から離れた微高地や村の縁辺部に「亥砂埋」が多いことがわかった．前者は文献に火山灰を河川に捨てたとあることから河川沿いから除去が開始されたためと思われ，また畑より田の復旧を優先したことも理由として考えられる．後者は村の周辺部の野原である場合が多く，面積も大きいため復旧が後回しになっていたと推測される．

キーワード：富士火山、古地図、火山灰、復興、GIS
Keywords: Fuji volcano, old maps, volcanic ash, reconstruction, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

市民参加による歴史史料からの地球惑星科学現象サーベイワークショップ
Workshop of Word Survey about Earth and Planetary Phenomena by Citizen

*玉澤 春史[1,2]、岩橋 清美[3]
*Harufumi Tamazawa[1,2], kiyomi iwahashi[3]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都市立芸術大学美術学部、3. 国文学研究資料館
1. Disaster Prevention Research Institute Kyoto University, 2. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 3. National Institute of Japanese Literature

歴史史料から自然災害や天気，あるいは天文現象といった地球惑星科学に関する現象を抜き出して利用するためには，史料を実際に読み，語句を正確に抜き出すことが最初に必要な作業である．特に日本の史料はくずし字で書かれているものが大量に存在し，大量のデータからいかに正確な情報を引き出すかが必須である．大量のデータを取り扱う場合には、専門家に加えて，内容に興味・関心をもつ市民層の協力は欠く事が出来ず，近年のオープンサイエンスにおける市民参加型研究に対する関心もさらに高まっている。こうした市民参加型研究の一例としては、インターネットを利用して歴史災害史料の興味を持つ市民に広く古文書解読を呼びかける「みんなで翻刻」プロジェクトが先行例としてある（加納　2017）．

国文学研究資料館においても、歴史史料を用いた宇宙天気研究の一環として，2016年より3回にわたり市民参加型ワークショップ「古典オーロラハンター」を実施してきた（岩橋，玉澤 2018）．歴史学・天文学双方の専門家と一緒に，実際に古典籍や古記録に触れて天文現象を探し出すというワークショップは，単なるアウトリーチとしての側面だけでなく，近年、活発化する市民参加型研究が、歴史史料を利用した自然科学研究にどのように寄与できるのかを実証する試みでもあった。本報告ではその取り組みの成果を発表し、今後の地球惑星科学における市民参加の可能性と意義について考えてみたい。

2018年11月には第４回となる本事業を京都大学附属図書館の全面的な協力のもと、「古典オーロラハンターIN京都」と銘打ち、京都大学で開催した。そこでは，調査対象を天文現象に限らず、地震をはじめ洪水・旱魃といった天変地異現象に広げ，地球惑星科学・防災研究へと拡大して実施した．さらに，当日は歴史史料を用いたオーロラや地震の最新研究についての講演や「みんなで翻刻」のデモンストレーションも行った．また，新たな試みとして日記史料からの天気情報の抽出し、データ化する作業も行った．

当日の参加者のアンケートを見ると，過去三回の参加者に比して天文学への興味関心が高い参加者が多い傾向がうかがえる．参加のきっかけが講演者による勧誘が多く、研究者の講演などの日常的な社会貢献活動が市民の科学研究への関心を深める上で重要であることが再認識された。

アンケートの自由筆記部分からは，普段、歴史史料に触れる機会が少ない層にとっては、和文や漢文で書かれた史料を読むこと自体に興味を持ってもらえたことが明らかになった。逆に、歴史史料に興味を持つ層からは、これまで自分が読んできた視点と異なる視点で読むことで、新たな発見をできた意外性に惹きつけられたことがわかった。つまり、異分野連携型のワークショップでは、興味・関心が異なる市民の集合体であっても、主催者側の工夫でそれぞれの面白さを他分野に見つけることができ，広い範囲から協力を得られる可能性を示唆している．

市民参加による研究，いわゆるオープンサイエンスのうち市民参加型研究の側面を考えると，一般市民の抽出したデータを自然科学のデータとして精度を高めるためには、参加した専門家間での連携が不可欠であ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

り，自らの専門を超えて議論することによりデータとして精度のよいものになりうる．また，恒常的な参加を取り込むためには「みんなで翻刻」のようなオンライン型の作業と「古典オーロラハンター」のようなオフライン型のワークショップ双方の相乗効果を狙い，若年層，シニア層双方へアプローチするのが今後の目標である．

本稿は日本学術振興会科学研究助成事業「歴史文献を用いた過去の太陽活動の研究」（番号：JP18H01254）、「天変地異のオープンサイエンス」（番号：JP18H05319）の研究成果の一部である。

参考文献

岩橋清美，玉澤春史 2018 「異分野連携研究における研究基盤データ構築への市民参加の可能性：参加型ワークショップ『古典オーロラハンター』を事例として」『Stars and galaxies』1, 51-65

加納靖之 2017:「みんなで翻刻ーこれまでとこれから」『リポート笠間』63, pp.53-56

キーワード：オープンサイエンス、異分野連携研究、科学への公衆関与
Keywords: Open Science, Interdisciplinary research, Public Engagement of Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

現代観測と歴史史料をつなぐ20世紀前半の観測データ：花山天文台乾板データの利用例

Observational Data in the first half of 20th century to join modern scientific Observation and historical documents: A Usage example ob Photographic Plate of Kwasan Observatory

*玉澤 春史[1]、北井 礼三郎[4]、磯部 洋明[2]、上野 悟[3]、坂上 峻仁[3]
*Harufumi Tamazawa[1], Reizaburo Kitai[4], Hiroaki Isobe[2], Satoru UeNo[3], Takahito Sakaue[3]

1. 京都大学防災研究所、2. 京都市立芸術大学美術学部、3. 京都大学大学院理学研究科附属天文台、4. 佛教大学
1. Disaster Prevention Research Institute Kyoto University, 2. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 3. Astronomical Observatory, Graduate School of Science, Kyoto University, 4. Bukkyo University

歴史史料から自然現象の記録を取り出してデータとして利用する場合，どのように現代の観測パラメータと比較するかが重要である．歴史史料を用いた研究を現代科学とシームレスにつないで自然現象の長期的な変動を調べるには、近代観測初期の観測データの活用も重要である。太陽観測においては19世紀終盤から20世紀前半にかけて写真乾板等で撮影されたデータがあり、少しずつアーカイブ化が進みつつある。

本報告ではそのようなデータを活用する一例として，20世紀前半の太陽黒点画像およびスペクトロヘリオグラフによる太陽全面の彩層画像（CaK線ヘリオグラム）と地磁気観測データの照合についてとりあげる．

1930年代の10年間について，京都大学花山天文台にて撮影された太陽CaK線ヘリオグラムの写真乾板データや磁気嵐の指標の一つであるaa指数を照合したところ，aa指数で-100nTを超える規模の磁気嵐が発生した際でも，9例ほど黒点が無いことが記録されている場合があった．一例として1933年4月末に、花山天文台のCaK線ヘリオグラムおよび各地の黒点スケッチで黒点が見られない時期があったが，5月1日には柿岡では地磁気嵐が観測されており，aa指数は200程度となっている．CaK線ヘリオグラムの利点は、黒点だけでなく、連続光では見えないプラージュなどの比較的弱い磁場が分布している領域が可視化されることである。これにより、コロナ質量放出を引きおこすフィラメントが存在しうる大局的な磁気中性線の情報を得ることができる 。

キーワード：太陽黒点、磁気嵐、データアーカイブ
Keywords: Sunspot, Geomagnetic Storm, Data Archive

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

近世日本における気候変動と領主支配
Climate changes and lords' control in the early modern period in Japan

*鎌谷 かおる[1]、佐野 雅規[2]、中塚 武[3]
*Kaoru kamatani[1], Masaki Sano[2], Takeshi Nakatsuka[3]

1. 立命館大学、2. 早稲田大学、3. 総合地球環境学研究所
1. Ritsumeikan University, 2. Waseda University, 3. Research Institute for Humanity and Nature

近年、樹木年輪の酸素同位体比により復元された高精度な降水量データをもちいて、日本の過去の社会システムの変容を丁寧に解明しようとする研究が進められている。気候変動が何らかの社会システムの変容を導くには、さまざまな要素が介在しているはずである。古気候復元データと歴史資料を合わせて分析することで、気候と社会の間の因果関係を提示することは可能であり、本研究の狙いもそこにある。

本研究では、日本の長い歴史の中でも、近世期（17世紀～19世紀中頃）に焦点をあて、降水量の変動が領主支配のあり方にどのような影響を与えたのかを検討した。とくに今回は、気候変動による農業生産力の増減や災害被害の実態が、いかに理解・把握されて、領主支配の核となる租税体系が構成されていたのかを二つの地域を対象として分析した。

近世社会における納税は、行政村単位でおこなわれ、領主から毎年送付される免定（年貢の請求書類）にその内訳の詳細が記されている。免定には様々な数値が記されているが、とくに残高（のこりだか）は実質の各年の賦課可能な石高を示しており、それはつまり毎年の実質農業生産力の目安となる数値である。我々はこれに注目し、近江国（現滋賀県）の琵琶湖岸村々の残高と気候変動の経年変化を比較することで、洪水の多い湖岸地域の村の残高は、降水量に応じて変化していることを明らかにした。この研究では、①洪水がちな地域にとって、降水量の多さが農業生産力の減少にかなり影響があったこと、②税金を取る側の領主が、気候変動による生産力の増減を敏感に察知し、賦課可能な石高を調査していたことがわかった。

では、①近世日本の洪水がちな他の地域でも同様のことが言えるのだろうか。②いずれの近世領主も同様に気候変動への関心を持ち、租税体系に反映させているのであろうか。本研究では、この二つの点を解明するために、前述の琵琶湖湖岸の３ケ村々と、木曽川下流域に位置する尾張国海部郡川北村（現愛知県愛西市八開）を比較検討した。

検討の結果、琵琶湖岸村々では、残高が米の収量を反映していたのに対して、川北村では、残高と税率の積が米の収量に対応していることがわかった。つまり、琵琶湖岸村々の租税は、賦課可能の石高を領主側が計算する段階で気候変動による生産力の増減等の情報が加味し操作していたのに対して、川北村の租税は残高と税率に連動性はなく、両者の積が作況を示すように操作し、租税額が決定されていたのである。
以上のことから、農作物収量に水害の影響がある同様条件の村々においても、領主の違いによって気候変動への理解やそれに合わせた租税体系が異なることがわかった。近世日本の領主支配構造に、気候変動がどのような形で影響を与えていたかを解明することは、すなわち近世日本の気候と社会の因果関係を知る重要な手がかりとなる。本研究は、その一助となる事例である。

キーワード：気候変動、年貢、領主支配
Keywords: climate changes, tax, lords' control

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

静穏領域フィラメントの噴出によるマウンダー極小期中の巨大磁気嵐
Intense geomagnetic storm during Maunder minimum possibly by quiescent filament eruption

*磯部 洋明[1]、海老原 祐輔[2]、玉澤 春史[1]、河村 聡人[3]、早川 尚志[4]
*Hiroaki Isobe[1], Yusuke Ebihara[2], Harufumi Tamazawa[1], Akito Davis Kawamura[3], Hisashi Hayakawa[4]

1. 京都市立芸術大学美術学部、2. 京都大学生存圏研究所、3. 京都大学大学院理学研究科、4. 大阪大学大学院文学研究科
1. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts, 2. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 3. Graduate School of Science, Kyoto University, 4. Graduate School of Letters, Osaka University

本研究の目的は歴史文献中に記録されている低緯度オーロラの記録から黒点がほとんどない時期が長期間続いたマウンダー極小期（1645-1715）における太陽活動について探ることである。マウンダー極小期における磁気緯度が30度以下の低緯度地域の記録のうち、多地点同時観測によりオーロラであることが確実視されているのが1653年3月2日のオーロラである。このイベントは中国と日本の文献に独立した記録があることがWillis & Stephenson (2000)により既に指摘されている。

オーロラの仰角を10度程度と仮定すると、観測地の磁気緯度から推定されるオーロラ帯低緯度境界の磁気緯度は約43度となる。これにオーロラ帯の磁気緯度とDst指数の経験則(Yokoyama et al. 1998)を適用するとDst指数は-325nT程度となる。マウンダー極小期中も黒点が皆無だったわけではないので、このような大規模磁気嵐を起こす一つの可能性は、この時期にたまたま大きな黒点が出現していたということである。しかし同時期にHeveliusがヨーロッパで行っていた黒点観測記録と照合すると、3月1日と9日は無黒点との記録があり、少なくとも大きな黒点はなかった可能性が高い。一方で、1994年4月14日の磁気嵐(Dst~-200nT)のように、黒点から離れた静穏領域のフィラメント噴出が強い磁気嵐を起こすこともありうる。

Burton et al. (1975)が経験的に導出したDst指数の発展方程式を解くと、太陽風中の南向き磁場40nT、太陽風速度毎秒600kmが8時間程度続けば、Dst=<-300nTが実現されることが示唆される。これはフラックスロープの磁束にして約2.5x10^21Mxに相当し、超巨大静穏領域フィラメントの噴出に付随する値としては可能な範囲と考えられる。

キーワード：磁気嵐、オーロラ、コロナ質量放出、太陽フレア、マウンダー極小期、歴史文献
Keywords: magnetic storm, aurora, coronal mass ejection, solar flare, Maunder minimum, historical documents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstructing 1931 flood in Yangtze River basin and its application to Chinese economic history

*劉 暢[1]、川崎 昭如[1]、城山 智子[2]
*CHANG LIU[1], Akiyuki Kawasaki[1], Tomoko Shiroyama[2]

1. 東京大学大学院工学研究科社会基盤学専攻、2. 東京大学大学院経済学研究科経済専攻
1. Department of Civil Engineering, Graduate School of Engineering, the University of Tokyo, 2. Department of Economics, Graduate School of Economics, the University of Tokyo

Historical floods are receiving increased attention in flood research and in applied flood protection. One of the reasons is that they can be taken into account for the improvement of long-term data series and their statistical validation as well as for the analysis of return periods. Apart from that, analyzing the interaction between historical floods and socio-economic activities has attracted more and more interests as well. Previous research has focused on rebuilding temperature, precipitation, discharge and water level of historical floods, however, more detailed information like inundation depth and area is still required for more advanced analysis. In this research, we reconstructed the inundation condition and flood propagation process of 1931 flood in Yangtze River basin using Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) model and carried out some primary analysis on Chinese economic history. Although the 1931 flood in Yangtze River basin is recognized as the deadliest flood ever recorded for its damage to more than 25.2 million people and 58.7 billion m^2 farmland, it is considered to be simulated by a distributed hydrological model for the first time because of data scarcity in 1930s and document loss afterwards. However, with the help from many historians, lots of valuable historical documents were found and collected, which makes the model simulation possible. For the preparation of input data of RRI model, a) 24 stations' daily precipitation data from Jan 1st to Dec 31st were digitized from *Monthly Meteorological Bulletin* and *Hydrological Data of Yangtze River Basin*, b) land use classification data of 2015, 2005, 1995, 1985, 1975 were collected and land use classification data of 1955, 1935 and 1915 were simulated using Artificial-Neural-Network-based-Cellular-Automata (ANN-CA) scheme. Dataset b) is further validated by military map with similarity over 60%. The model was calibrated for the discharge at Chongqing gauge station by varying the land use, soil, geometry and precipitation related parameters and then evaluated using flood investigation map. We expect that the simulation result from RRI model is especially suitable for economic history study, because the inundation depth & area were generated daily for the whole year by a 2D diffusive scheme, with which historians can analyze flood impact in more detailed time and space scale. To demonstrate this point, some primary studies were also carried out: a) validation of the number of farmers influenced by 1931 flood with inundation severity, b) analysis of the rice price fluctuation in Hunan province with the inundation time and depth. From study b), one interesting finding is that places where navigation channel was limited and blocked tended to have higher rice price, which indicated the transportation mainly to be shipping in 1930s.

キーワード：長江流域、歴史洪水、水文モデル
Keywords: Yangtze River basin, historical flood, hydrological modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有感地震記述ならびに震度の距離減衰式に基づく地震活動解析
Seismicity Analysis Using Felt Reports and Attenuation Relation of Seismic Intensity

*石辺 岳男[1]、岩佐 幸治[1]、古村 美津子[1]、松浦 律子[1]
*Takeo Ishibe[1], Koji Iwasa[1], Mitsuko Furumura[1], Ritsuko S. Matsu'ura[1]

1. 地震予知総合研究振興会
1. Association for the Development of Earthquake Prediction

日記や公文書等の史料に残された有感地震記録から余震や群発地震を抽出し、歴史地震の地震活動解析や震源域推定等に活用できないか。本研究では史料中の有感地震記録を用いた新たな歴史地震研究の可能性を探るべく、気象庁震度データベースならびに震度の距離減衰式を用いて有感地震回数分布の再現性の検証を行った。また有感地震記録に基づき大地震の震源域を推定する予察的手法を構築し、2004 年新潟県中越地震、2008 年岩手・宮城内陸地震ならびに2011 年福島県浜通りの地震に対して適用するとともに様々な地震活動変化が有感地震の時空間的特徴に与える影響について調査した。本研究で得られた結果からは、今後、史料から有感地震に対する記述を抽出・蓄積するとともに、予察的に構築した手法を高度化することで歴史地震の震源域を従来の被害記述とは異なった観点から議論できる可能性が示唆された。

日本では過去1000年以上にわたる豊富な史料が残されており、史料記述に基づき例えば南海トラフ沿いの海溝型大地震が繰り返し発生してきたことが明らかにされ、歴史地震の震源域推定が行われてきた（例えば、宇佐美・他、2013）。しかしながら、副次的な津波や火災、地滑り等が被害の主要因であるため、地震動による被害を詳細に把握することが困難な歴史地震は少なくない。また、被害は当時の人口分布や建築物の経年劣化に強く依存しており、従来の手法によって推定された震源域は人口密集地域に偏って分布する可能性がある。

史料には被害記述の他に有感地震を記述したものがあるが、僅かな先行研究を除き、史料中の有感地震記述は歴史地震の震源域推定や地震活動解析に十分に活用されてきたとは言い難い。有感地震数は本震からの経過時間ならびに震源域からの距離に強く依存する為、有感地震数の時空間的な推移に基づき、大地震の震源域を制約できる可能性がある。また、有感地震数の増減は大地震後の地震活動度変化や誘発地震・群発的地震活動の発生を示唆する。史料中に記述された有感地震記録から、歴史時代に発生した大地震の震源域推定や地震活動の時間的・空間的な変化をイメージングする手法を構築できれば、従来の被害記述に基づいた大地震にのみ着目した歴史地震研究から、中小地震を含めた新たな歴史地震研究の展開が期待される。

2000 年～2010 年までに最大震度3 以上、深さ20 km 以浅で発生した約2300 の浅発地震を対象に、田中・他（2017）による距離減衰式から予測震度を計算し、計測（観測）震度と比較した。その結果、震源距離10 ～400 km 程度の有感域のほぼ全域にわたって残差が± 1 程度の範囲内に収まり、残差のヒストグラムは平均がほぼ0 の正規分布を示す事が分かった。また既往の距離減衰式に比べ幅広いマグニチュード、震源距離の範囲内で小さな残差になる事が示された。さらには日本全国で上記の期間に観測された地殻内地震による有感地震回数（震度2以上）の分布を概ね再現できた。これらの結果は、田中・他（2017）による地殻内地震に対する震度の距離減衰式が、中小地震、遠方の観測点まで日本全国の地表における計測震度の推定式として活用できる事を示している。

これらの背景を元に、有感地震記録に基づき大地震の震源域を推定する予察的手法を構築し、2004年新潟県中越地震、2008 年岩手・宮城内陸地震ならびに2011 年福島県浜通りの地震に対して適用した。具体的にはグリッドを緯度・経度方向に一様に配置し、それぞれのグリッドで地震の規模別頻度分布がグーテンベル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グ・リヒター則に従うものと仮定してランダムに地震を発生させ、それぞれの観測点において算出された有感地震回数と観測された回数との規格化残差を計算した。その結果、2004 年新潟県中越地震ならびに2008 年岩手・宮城内陸地震に対しては、残差分布から震源域が明瞭にイメージングされ、残差が最小となる地点も本震の震源にほぼ一致した。一方で、2011 年福島県浜通りの地震の場合には、その1 か月前に発生した東北地方太平洋沖地震による余震活動が活発な期間にあたる為、沖合においても残差が小さくなり、イメージングされた震源域は上記の2 地震に比べ不明瞭であった。

現在の震度観測点が稠密に展開されている状況に対しては、有感地震回数の分布から地震活動度を推定することができる可能性が示された。しかしながら、史料中の有感地震記述への適用可能性を考えた場合、史料から有感地震数を抽出できる点（震度観測点）は現在に比べ極端に少ない事が想定される。そこで観測点を間引いた場合に、残差分布ならびに残差が最小となるグリッドがどのように変化するか、調査した。その結果、観測点密度が低くなるにつれてイメージングされた震源域は不明瞭になるものの、観測点のカバレッジが保証され有感地震回数が突出する観測点がある場合には、観測点分布が疎になった場合でもある程度、震源域がイメージングされる事が分かった。

キーワード：有感地震、震度の距離減衰式、地震活動解析
Keywords: Felt Report, Attenuation Relation of Seismic Intensity, Seismicity Analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本産樹木年輪の炭素14年代測定－年代研究と日本版較正曲線
Radiocarbon dating of Japanese tree rings –chronological research and Japanese calibration curve

*坂本 稔[1,2]、箱﨑 真隆[1]、光谷 拓実[3]、中塚 武[4,5]
*Minoru Sakamoto[1,2], Masataka Hakozaki[1], Takumi Mitsutani[3], Takeshi Nakatsuka[4,5]

1. 国立歴史民俗博物館、2. 総合研究大学院大学、3. 奈良文化財研究所、4. 総合地球環境学研究所、5. 名古屋大学
1. National Museum of Japanese History, 2. The Graduate University for Advanced Studies, 3. Nara National Research Institute for Cultural Properties, 4. Research Institute for Humanity and Nature, 5. Nagoya University

炭素14年代を暦上の年代に修正するためには，樹木年輪など暦年代の判明した試料の炭素14年代に基づいて整備された「較正曲線」が用いられる。北半球用の較正曲線IntCalには，これまで主に欧米の高緯度地域に生育していた樹木年輪の炭素14年代が用いられてきたが，現在整備が進められている最新版「IntCal19」では，様々な地域のデータが反映される見込みである。

筆者らは過去3,000年間を対象に，日本産樹木年輪の炭素14年代測定を継続してきた。最近は，炭素14-ウィグルマッチ法による文化財建造物の年代研究の需要もあり，中世・近世の日本産樹木年輪の測定にも注力している。その背景には，樹種によらない新しい年輪年代法「酸素同位体比年輪年代法」の実用化がある。暦年代の判明した樹木年輪の入手が格段に容易になり，データの蓄積が急速に進展しつつある。

日本産樹木年輪の炭素14年代は，時期によりIntCalからずれる「地域効果」を見せることがある。特に弥生から古墳にかけての時期が顕著であり，IntCalによる年代較正では実際より古い年代を与えてしまう。また，より高い精度・確度が求められる歴史資料の年代較正には，汎用性を重視し平滑化されたIntCalでは不十分な場合がある。年代研究の推進には，日本産樹木年輪の炭素14年代の挙動を明らかにし，日本版較正曲線の整備を進めることが必要である。

本研究は国立歴史民俗博物館共同研究，および地球研プロジェクト（H-05）による成果の一部である。また，科学研究費補助金（25282075, 18H03594）の支援を受けている。

キーワード：炭素14年代法、年輪年代法、較正年代、地域効果
Keywords: radiocarbon dating, dendrochronology, calibrated age, regional effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽物理学における、科学的知見を踏まえた歴史資料の活用方法
Usage of Historical Documents with Scientific Understandings in the field of Solar Physics

*河村 聡人[1]、早川 尚志[2]、玉澤 晴史[3]、磯部 洋明[3]、柴田 一成[1]
*Akito Davis Kawamura[1], Hisashi Hayakawa[2], Harufumi Tamazawa[3], Hiroaki Isobe[3], Kazunari Shibata[1]

1. 京都大学大学院理学研究科附属天文台、2. 大阪大学大学院文学研究科、3. 京都市立芸術大学美術学部
1. Astronomical Observatory, Kyoto University, 2. Graduate School of Letters, Osaka University, 3. Faculty of Fine Arts, Kyoto City University of Arts

太陽は人類が最も研究している恒星ではありますが、その知見は限られた時間スケールでの観測に基づいています。太陽活動の科学的な記録は、黒点に関して約400年、エネルギーの解放を伴う突発的増光現象であるフレアに関して約160年にわたります。一方で、人々は何千年にもわたって太陽活動の痕跡を観察し記録してきました。その現象を今日の我々はオーロラと呼んでいます。我々の研究の第一のゴールは、科学的な黒点観測と歴史資料に残るオーロラの記録とを組み合わせ、過去400年の太陽活動を解明することです。

我々が知りたい物理変数はフレアの強度で、現代の太陽観測に基づく統計からその強度を推定する手法を開発しました。この手法の鍵となるのは、フレア時にコロナ質量放出が起こったことを強く示唆する低緯度オーロラの観測です。黒点の大きさの科学的観測と低緯度オーロラ観測の歴史資料から、フレア強度を推定することができるようになりました。

当ポスター発表では、歴史資料を用いた太陽物理学の将来性と課題を議論します。当ポスターを科学と歴史学のコラボレーションの成功の一例として提示します。

キーワード：太陽物理学、宇宙天気、歴史資料
Keywords: Solar Physics, Space Weather, Historical Documents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

江戸時代後期の北上川における自然災害と社会
The study of the relationship between the flood of Kitakami River and sociaty in the end of Edo period

*佐藤 大介[1]、高橋 美貴[2]
*Daisuke Sato[1], Yoshitaka Takahashi[2]

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 東京農工大学
1. International Reserch Institute of Disaster Science Tohoku University , 2. Tokyo University of Agriculture and Technology

本報告では、かつての仙台藩領である宮城県および岩手県南部に残された古文書史料を分析し、主に江戸時代後期の北上川で起こった洪水その他の自然災害の発生状況について改めて確認する。その上で、それらの事象が流域の社会に与えた影響について、生業や生活環境の面から考察する。

日本有数の大河である北上川の、江戸時代における洪水発生の状況については、東北地方整備局岩手県工事事務所『北上川』において、岩手県内の年代記資料に基づき概観されている。北上川での歴史災害に関する先駆的な成果として現在でも活用されているものの、下流域である宮城県での状況については体系的な整理がなされていない。江戸時代の北上川流域全体での水害の程度、範囲に関する史実の確定自体が、依然として課題だといえる。そのことは、文献史学における自然環境の影響を踏まえた研究はもちろん、さらに理系分野での各種データとの照合・解釈のための基礎的環境の整備という観点からも必須の作業である。もちろん関連史料の「完全な発掘」は遠い課題であるが、今回はかつての仙台藩領で確認した2100頁におよぶ日記史料「丸吉皆川家日誌」などの新史料も活用しつつ、水害の基礎的な状況を確認し、また人間社会への影響について考察したい。

江戸時代後期、特に18世紀末以降の北上川では、しばしば大規模な洪水が発生していた。「丸吉皆川家日誌」から、19世紀前半の水害記事を確認すると、寛政三年十月十六日（グレゴリオ暦1790年12月16日）の大雨、享和二年六月二九日（1802年7月28日）大雨・大洪水、文政十年十一月十三日（1827年12月30日）～十八日雨天、天保六年閏七月七日（1835年8月30日）嵐・大雨、天保七年八月十六日（1836年9月26日）～十七日大雨・少々風、天保七年十月十六日（1836年12月23日） 同夜大雨・大風休みなし、天保八年六月九日（1837年7月11日）～十一日大雨、天保九年三月二日（1838年3月27日）、天保一〇年六月二日（1839年7月2日）～三日、天保十一年七月十八日（1840年8月15日）～十九日となっている。天保年間（1830～44）には大凶作をもたらす一因となった冷夏が続いた影響か、台風に伴うと思われる大雨による水害が毎年続いていた。一方で重要なのは、冬期にしばしば大洪水が発生していることである。寛政三年の水害では、北上川の河岸場であった磐井郡黄海（岩手県一関市）の移転が起こっていた。夏期だけでなく、年間の気象状況について復元し、洪水の全容を解明する必要があろう。

一方、北上川の洪水については気象現象に加え、人間の自然への働きかけが被害を拡大した可能性もあった。19世紀前半の仙台藩においては、燃料や建材の旺盛な需要により山林の荒廃が進み、土砂流入による河底の上昇が洪水を頻発させたという藩官僚の報告書が残されている。報告者の高橋美貴が明らかにしたように、「川様無然」というキーワードが創出され、藩官僚、さらには地域側にも問題として共有されるようになっていた。また、北上川河口の桃生郡名振浜に残されていたサケの水揚帳の分析からは、この時期においてしばしば濁水の漁場への流入を示す記事があり、漁場環境の悪化が示唆されている。また、天保六年閏七月の洪水は、仙台城下町にも浸水被害をもたらし、当時進行していた政治改革を頓挫させる一因ともなった。北上川に洪水をもたらした自然現象は、生業、さらには政治にも大きな影響を与えていたのである。

今後は、当該期の雨量、川の流量、台風の到来、自然現象の復元を、理系分野のデータも活用しつつ行うことにより、より厳密な自然環境の復元を行い得ると考えられる。そのとは、古文書の解釈が基本となる文献史学において、その背景となる状況把握への厳密性を与え、新たな分析視角を獲得できる可能性があると考えている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：北上川、流域史、江戸時代、古文書分析、仙台藩
Keywords: Kitakami River, Area study, Edo period, Historical records, Sendai Han

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古日記データ同化による歴史天候の復元
Reconstruction of Historical Weather with Data Assimilation Using Old Diaries

*芳村 圭[1]、Neluwala Panduka[2]、市野 美夏[3]、増田 耕一[4]、平野 淳平[5]
*Kei Yoshimura[1], Panduka Neluwala[2], Mika Ichino[3], Kooiti Masuda[4], Junpei Hirano[5]

1. 東京大学生産技術研究所、2. University of Peradeniya 、3. 国立情報学研究所、4. 首都大学東京、5. 帝京大学
1. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 2. University of Peradeniya , 3. National Institute of Informatics, 4. Tokyo Metropolitan University, 5. Teikyo University

気候変動のメカニズムを理解するうえで長期の大気再解析データは欠かせないが、現在の最長データは130年間余りである。それ以上過去に遡れていない原因としては直接の気象観測データの不足によるものが大きい。ただし、近代的な気象観測データが存在しない過去にも、古文書に記載された日々の天気情報が長期間にわたって存在している場合がある。日本はいわばそのような古い天気情報の宝庫と言える。本研究では、それらの古い天気情報を最新のデータ同化システムに投入する手法を開発し、大気状態の拘束条件としての効果を調べ、既存の再解析データをより過去に延長する手法を提案する。観測データ、予測モデル、データ同化スキームとして、それぞれ歴史天候データベース、全球スペクトルモデル、局所アンサンブル変換カルマンフィルタを使用したシステムを構築した。天気を示すアナログ情報は、3から5段階程度に分類して、雲量割合や地表面下向きの短波放射と対応させることが良く、アンサンブル数は30程度が計算効率と精度の兼ね合いから適切ということがわかった。以上の設定を用いて、現代（1990年代）を対象として、18地点の気象観測所で得られた天気情報を与えたデータ同化結果が、与えない結果に比べて現代の再解析データにどれほど近づいたかで結果を評価した。その結果、短波放射量及び雲量に大きな改善が見られ、降水量にも有意な改善が確認された。これらの改善は、日本の春季・秋季に特に顕著な総観規模での気圧配置の変遷を適切に拘束できたためにもたらされたと考えられる。さらに、無降水日情報を観測項目としてデータ同化に加えると、降水量の精度が上がることが確認された。その上で実際の古日記データを用いた1830年代、1860年代の実験を行った。横浜で実際に観測された1860年代の気温と降水量と比較して、類似した季節変化及び年々変動が得られることが確認できた。

キーワード：古日記、データ同化、天候復元
Keywords: old diaries, data assimilation, weather reconstruction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1830年京都地震史料における，余震活動減衰式の当てはめるデータ範囲に関する考察 －同一地点における余震回数の違いの原因－

Examination of data range for fitting Omori-Utsu law to temporal decay of aftershocks presented in historical materials on the 1830 Kyoto earthquake: Reason for the difference of numbers of aftershocks in the same place

*服部 健太郎[1]、大邑 潤三[2]、中西 一郎[1]
*Kentaro Hattori[1], Junzo Ohmura[2], Ichiro Nakanishi[1]

1. 京都大学、2. 佛教大学
1. Kyoto Univ., 2. Bukkyo Univ.

We study the temporal decay of aftershock sequences of the 1830 Kyoto earthquake. Omori(1908) examined aftershock sequences including that of the 1830 Kyoto earthquake. Matsui and Oike (1997) attempted to determine epicenter of the 1830 Kyoto earthquake by using the number of felt aftershocks in time range from the main shock to the next morning in several observational areas including Kyoto. They used two different numbers as the number of felt aftershocks for Kyoto: 100 written in Banzai Rakki and 4 written in Tansui Nikki. In the case using the former number, they obtained the epicenter consistent with that obtained by Usami (1996). However, in the case using the latter number, they obtained an epicenter near the northern shore of the lake Biwa, and the epicenter is inconsistent with distribution of damage caused by the earthquake. They did not pursue the reason of the discrepancy between two numbers for Kyoto.

In order to solve the above mentioned discrepancy among the earthquake records for Kyoto, we include another record Tenpo Zakki in addition to Banzai Rakki.Both records show quite different numbers of daily aftershocks during several days, though they were written in the same place. Kitahara and Ohmura (2012) suggest that the original record was written by an officer in Nijo-jo Castle and was copied many times. They made a graph of temporal decay of daily numbers of aftershocks for a period of one month after the main shock. However, they made neither analysis of the aftershock sequences nor information evaluation of the records.

We examined carefully description of daily aftershocks in both records to know the reason for the differences of the numbers of felt aftershocks. The records show the sizes of earthquakes by the diameters of handwritten circles for each day. Comparing the diameter of standard circle for every day, we infer that writers of the records used different criterion to count the numbers of felt aftershocks.

We measure the diameter of standard circle for every day, and find the diameter changes with day. Fig.1 shows the daily variation of diameter of standard circle in the both records. The vertical axis shows the count threshold of circle diameter (arbitrary unit), and horizontal axis shows the date. Fig.1 suggests that the threshold count level used in Banzai Rakki is larger than that used in Tenpo Zakki. This result means that the number of counted aftershocks becomes smaller in Banzai Rakki than in Tenpo Zakki. The interpretation is consistent with the actual difference of the number of aftershocks in the both records. The threshold level for counting used in Banzai Rakki changes more rapidly with time than that used in Tenpo Zakki (Fig.1). Especially, the change of the threshold level from 7/3 to 7/5 is not negligible in Banzai Rakki.

The above information evaluation of the two records reveals the difference of the two records written in the same place. We fit Omori-Utsu law (Utsu, 1961) to the aftershock sequences after 7/5. We assume

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

that the c value is 0.1 and the p values fall in about 1.2. We obtain a better fit in Tenpo Zakki (Fig.2). Our study may suggest that Tenpo Zakki may have better information quality than Banzai Rakki and the numbers of aftershocks after 7/5 should be used for study of the 1830 Kyoto earthquake.

キーワード：1830年京都地震、余震系列、大森・宇津公式
Keywords: the 1830 Kyoto earthquake , aftershock sequence, Omori-Utsu law

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

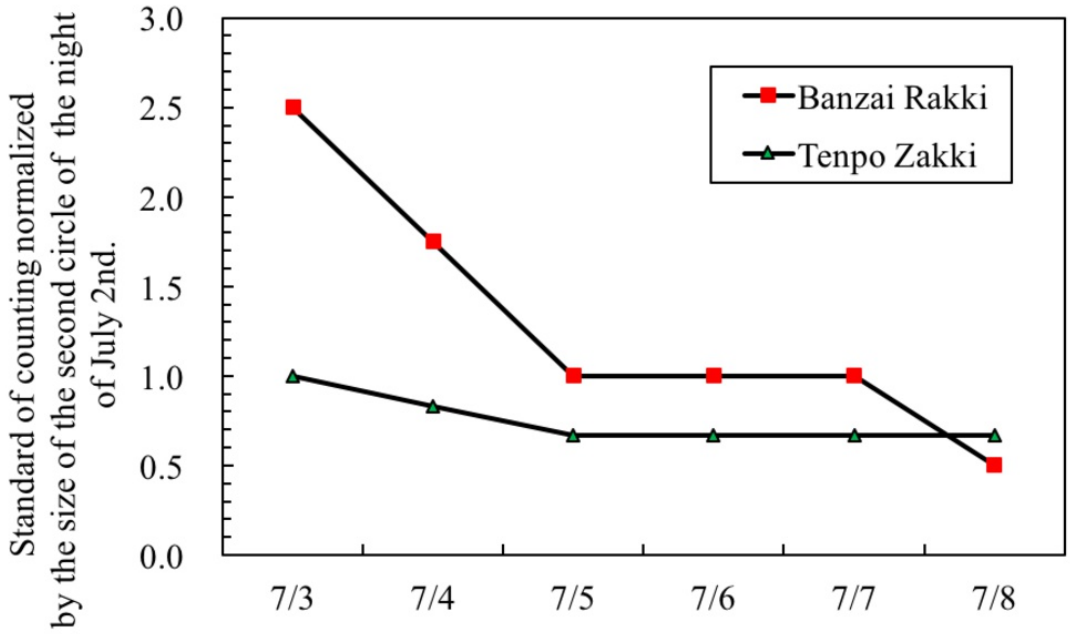


Fig.1 Comparison of two records

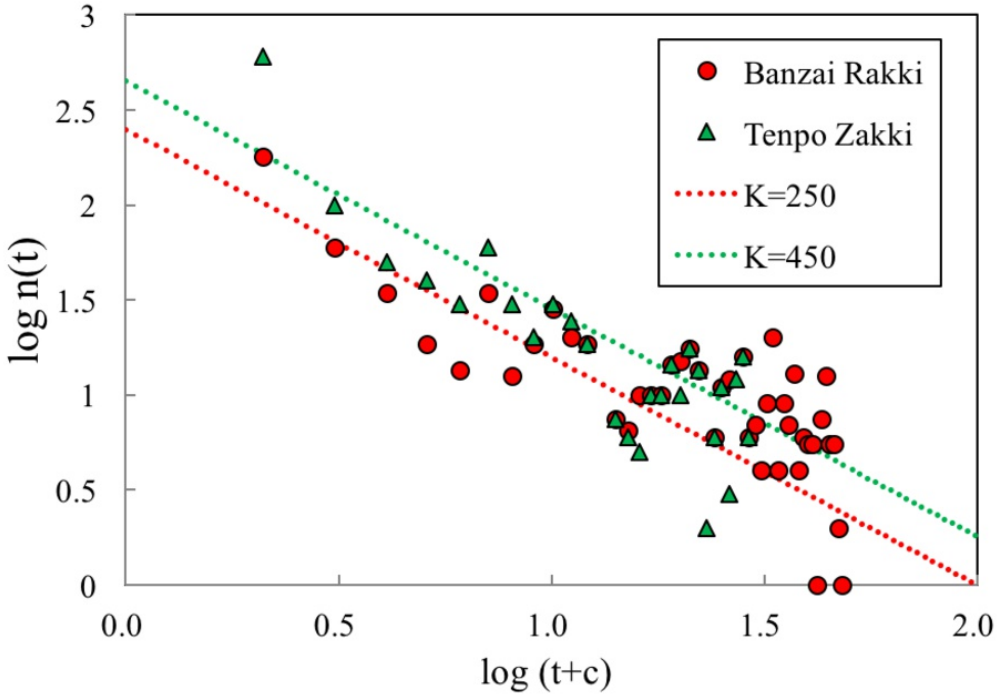


Fig. 2 Temporal decay of the aftershocks of the 1830 Kyoto earthquake with lines (p=1.2) from Omori-Utsu law (Utsu, 1961)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古絵図から特定する安政東海地震における浜名湖周辺の津波痕跡について
Tsunami trace height of the AD 1854 Ansei Tokai tsunami around the lake Hamanako inferred from historical maps

*蝦名 裕一[1]、今井 健太郎[2]、都司 嘉宣[3]、岩瀬 浩之[4]
*ebina yuichi[1], Kentaro Imai[2], Yoshinobu Tsuji[3], hiroyuki iwase[4]

1. 東北大学災害科学国際研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. 公益財団法人深田地質研究所、4. 株式会社エコー
1. International Research Institute of Disaster Science, 2. JAMSTEC, 3. Fukuda Geological Instite, 4. (C)ECOH CORPORATION

本報告では1854年（嘉永７年／安政１年）に発生した安政東海地震における浜名湖周辺の津波被害について描いた絵図、「舞坂宿津波図」および「安政地震津波災害絵図」（浜松市博物館所蔵）の分析から、津波の到達点を特定するものである。

浜名湖東岸に位置する舞坂宿（現在の静岡県浜松市西区舞阪町）は、東海道の宿場町として栄えた地域である。『静岡県史　自然災害編』(1996)によると「舞坂宿津波図」は、舞坂宿の住人であった渡辺八郎平が、安政東海地震の発生時に津波に浸水した舞坂宿の様子を描いたものであり、標高の高い「氏神社」や「宝登山」に避難した人々が集まっている様子をみることができる。街道の浸水点として、東側新町では常夜灯付近まで津波が浸水している様子が読み取れる。また、西側の西町における津波で浸水した「指月院」の付近に階段状の描写がされている。これは『東海道分限延絵図』で「往古上り場」と呼ばれる場所であり、当時浜名湖東岸に存在した脇本陣・問屋場の数件東側まで浸水していたことがわかる。

「安政地震津波災害絵図」（内山富寿画）は、安政東海地震津波の発生当時、奥浜名湖気賀地方に押し寄せた津波の様子と、津波が引いた後の状況を２枚の絵図の重ね合わせで表現をしたものである。ここでは浜名湖北側の通る、いわゆる姫街道を目印として、いくつかの津波到達点を読み取ることができる。津波発生時の絵図を見ると、姫街道の往来を監視する気賀関所の門前まで津波が到達しているが、関所本体には津波が浸水していないことが読み取れる。また、「二ノ宮社」付近の「小森沢」や「岩根沢」といった場所では、姫街道付近が津波の到達点として描かれている。さらに、奥浜名湖に流れ込む郁田川河口部に位置する「大円寺」は、墓地となっている山周辺が水没している様子が描かれている。

浜名湖周辺、特に奥浜名湖周辺は津波到達点について明確な場所を記載した文献が乏しいが、これらの絵図の分析からいくつかの津波痕跡点を得ることができた。これらの痕跡点を、津波工学をはじめとした他分野連携による研究によって、過去の南海トラフ巨大地震の詳細の解明に繋がれば幸いである。

〔謝辞〕
H25-32年度文部科学省「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」（研究代表者：海洋研究開発機構 金田義行）の成果の一部です．ここに記して感謝の意を表します．

キーワード：安政東海地震津波、浜名湖、古地図
Keywords: Ansei Tokai earthquake and tsunami, Lake hamanako, historical maps

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 301A 3F

[M-IS18] 地球流体力学：地球惑星現象への分野横断的アプローチ

コンビーナ:伊賀 啓太(東京大学大気海洋研究所)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、柳澤 孝寿(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、相木 秀則(名古屋大学)、座長:中島 健介

地球惑星科学の様々な分野の研究者が集まって, 諸分野に現れる過程や現象を, 広い意味での地球流体力学というキーワードを用いて比較しながら議論し, 分野間の共通の概念として認識を深める. 惑星・超高層・大気・海洋・火山・マントル・地球中心核など対象とする分野は限定せず, 手法も問わない.

13:45 ~ 14:00

[MIS18-01] 目のある軸対称浅水渦上の軸対称擾乱

*板野 稔久[1] (1.防衛大学校)

14:00 ~ 14:15

[MIS18-02] 回転流体における3次元熱対流シミュレーションの流れ構造の解析

*亀山 真典[1,2] (1.国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:15 ~ 14:30

[MIS18-03] Diffusive behavior of columnar vortices in rotating thermal convection

*能登 大輔[1]、田坂 裕司[2]、柳澤 孝寿[3]、村井 祐一[2] (1.北海道大学大学院工学院、2.北海道大学大学院工学研究院、3.海洋研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[MIS18-04] Liquid metal flows driven by a rotating magnetic field

*澤田 航希[1]、Vladimir Galindo[2]、Tobias Vogt[2]、Sven Eckert[2]、田坂 裕司[3]、村井 祐一[3] (1.北海道大学大学院工学院、2.ドイツヘルムホルツセンター、3.北海道大学工学研究院)

14:45 ~ 15:00

[MIS18-05] A symmetry-breaking self-regulating dynamo generating Mercury’s anomalous magnetic field

*高橋 太[1]、清水 久芳[2]、綱川 秀夫[3] (1.九州大学大学院理学研究院、2.東京大学地震研究所、3.東京工業大学理学院地球惑星科学系)

15:00 ~ 15:15

Discussion

目のある軸対称浅水渦上の軸対称擾乱
Axisymmetric disturbance on an axisymmetric shallow water vortex

*板野 稔久[1]
*Toshihisa Itano[1]

1. 防衛大学校
1. National Defense Academy

台風の目の中は成層圏から下りてきた空気で構成されるともいわれ、実際に、特に相当温位でみると、成層圏から目の中へと高温位の空気が連続して分布している様子が確認できる。台風を単純化して考えると、そのような高温位の空気を対流圏の低温位の空気が旋回しながら取り巻いている渦であるとみなすことが可能である。また、目の収縮や、楕円形あるいは多角形への変形は、その２つの空気の境界面が振動する現象であると考えることも可能である。本研究では、そのような概念とモデルに基づき、上層が中心部で接地した２層の流体で台風を近似して、その境界面で生じる波動現象の解析を実施した。但し、今回の解析では、上層は動かないものとし、下層の運動のみを調査することとした。

解析においては、極座標で記述した浅水方程式系を支配方程式とした。上述したような中心部で接地した”目”を取り囲む軸対称な渦を考え、接線方向の流速は半径のα乗に反比例するものと仮定して、それを基本場とした。この基本場に重なる擾乱についても、今回は軸対称なものに限定し、その設定のもとで浅水方程式系を線形化した。ここで時間方向に角振動数ωで振動する解を仮定すると、線形固有値問題が定式化される。まず、この問題について、スタッガード格子を採用して各変数の離散化をおこない、数値的に固有値と固有ベクトルの導出を試みた。次に、系が非回転（i.e. f=0）の場合について、級数解を仮定することで解析解の導出を実施した。

結果をみると、半径方向に振動する重力波的なモードが確認された。このモードでは、計算領域の内端（すなわち”目”）での振幅がゼロではないため、目が収縮する現象を説明できる可能性が示唆される。このモードに加え、系が回転している場合（i.e. f≠0）には、半径方向に”節”がない準定常的なモードの存在が確認された。最後に、数値解と級数解を比較すると、基本的にほぼ両者の半径方向の構造は一致したが、目の近辺でのみ不一致がみられ、数値解の方が余分に１回スイングする傾向が認められた。

キーワード：目、渦、軸対称擾乱、浅水方程式
Keywords: eye, vortex, axisymmetric disturbance, shallow water equation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

回転流体における3次元熱対流シミュレーションの流れ構造の解析
Numerical studies on the classification of flow regimes of the 3-D thermal convection of rotating fluids

*亀山 真典[1,2]
*Masanori Kameyama[1,2]

1. 国立大学法人愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

流体鉄からなる外核のダイナミクスを把握することは、固体地球惑星物理学の分野における最も重要なテーマの1つである。本研究では、外核内対流の理解に向けた3次元箱型モデルでの回転流体の熱対流シミュレーション研究を行った。具体的には、熱対流の激しさを表すレイリー数 Ra、回転の弱さを表すエクマン数 Ek、流体の粘性に関係するプラントル数 Pr、の3つの無次元パラメータを系統的に20通りに変化させ、回転流体の流れ場の特徴的構造を正確かつ簡便に抽出することを図った。この実験から、複雑な現実の外核条件下における回転流体の熱対流の把握につなげることを目的とする。

本研究では高さがL、底面が2L×2Lで鉛直方向に回転軸をもつ直方体の領域の中での流体の熱対流を考える。計算領域は水平方向に128×128または256×256、深さ方向に64または128のメッシュに等分割し、基礎方程式系の離散化は有限体積法に基づいて行った。境界条件として、上下境界面で温度一定かつ速度を0にとり、側壁は周期境界とする。数値シミュレーションには、我々が別途開発したマントル内対流3次元シミュレーションプログラムの技術を転用した独自のプログラムを用いている。

対流の熱輸送効率に基づいて対流の様式を分類したところ、主に Ra と Ek の違いによって (i) 無回転系、(ii) 回転が支配的な状態、(iii) 回転が支配的でない状態、という3つの状態に分けられることを確認した。さらに、上下境界付近における流速と渦度の鉛直成分との相関を調べることにより、このような流れ構造の変化は上下境界面付近におけるエクマン湧昇の発生と強く関連していることが分かった。具体的には、(ii) 回転が支配的な状態では境界から離れる流れと近づく流れの両方にエクマン湧昇が観察されるものの、(iii) 回転が支配的でない状態では境界から離れる流れでのみそれが観察された。

本研究の結果より、水平境界付近における速度と渦構造の相関に注目することが、回転流体の熱対流の特徴を把握する上で特に有用であるといえる。すなわち、地球の核-マントル境界での外核内の鉛直方向の流れと水平面内の渦との相関を解析すれば、回転流体の観点から外核の流れの理解が深められると期待できる。

キーワード：回転流体の熱対流、3次元数値シミュレーション、エクマン湧昇
Keywords: thermal convection of rotating fluids, 3-D numerical experiments, Ekman pumping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Diffusive behavior of columnar vortices in rotating thermal convection

*能登 大輔[1]、田坂 裕司[2]、柳澤 孝寿[3]、村井 祐一[2]
*Daisuke Noto[1], Yuji Tasaka[2], Takatoshi Yanagisawa[3], Yuichi Murai[2]

1. 北海道大学大学院工学院、2. 北海道大学大学院工学研究院、3. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Engineering, Hokkaido University, 2. Faculty of Engineering, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Rotation effect on thermal convections in a fluid layer driven between two parallel plates with temperature difference, i.e., Rayleigh-Bénard convection (RBC) is a ubiquitous to explain large scale fluid motions observed on the Earth, such as typhoon, tornadoes, and liquid metal convection inside outer core. Various approaches so far have revealed its interesting features, e.g. heat transfer enhancement at moderate rotation rate, rotation dependent flow morphologies, and so on. Especially in them, formation of vertically aligned columnar vortices is one of the most curious phenomenon. Early experimental works mentioned those chaotic behavior like vortex-vortex interactions, however, little is known about this complicated vortex dynamics.

The present study is paying attention to such vortex dynamics observable in rotating RBC. With using encapsulated thermochromic liquid crystals, long-time $O(10^3$ s) experimental visualizations of the vortices on time variations of a temperature field were conducted, and we reached two novel insights. One is horizontal diffusive motion like Brownian motion of the columnar vortices. Statistical analyses on motions of the columnar vortices elucidated various kinds of diffusive motion. Such diffusive motions strongly depend on observation timescale (vortex lifetime) and columnar vortices present anomalous diffusive motion. Another is the effect of centrifugal force even under conditions for empirically negligible small effects of centrifugal force. This is the first found thanks to our long-time observations and might give a new caution to rotating RBC studies.

キーワード：自然対流、回転場、拡散運動、渦ダイナミクス
Keywords: Natural convection, Rotating field, Diffusive motion, Vortex dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Liquid metal flows driven by a rotating magnetic field

*澤田 航希[1]、Vladimir Galindo[2]、Tobias Vogt[2]、Sven Eckert[2]、田坂 裕司[3]、村井 祐一[3]
*Koki Sawada[1], Vladimir Galindo[2], Tobias Vogt[2], Sven Eckert[2], Yuji Tasaka[3], Yuichi Murai[3]

1. 北海道大学大学院工学院、2. ドイツヘルムホルツセンター、3. 北海道大学工学研究院
1. Graduate School of Engineering, Hokkaido University , 2. Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, 3. Faculty of Engineering, Hokkaido University,

Doing experimental studies on liquid metal flows under interactions with magnetic fields is of great importance for understanding fluid dynamical phenomena including flows in planetary cores. In this research, liquid metal flows driven by a rotating magnetic field (RMF) were examined experimentally. The RMF generates eddy currents in liquid metal layers, and thus Lorentz force as the results of the interaction between the magnetic field and the current achieves the rotating flows. The fluid motions are dominated by angular velocity and magnetic strength of the RMF. In cases at which the skin effect is negligible small because of moderate angular velocity, modal transitions of the flow occur with increase of magnetic Taylor number (Ta_m), which is a dimensionless number including the angular velocity and the magnetic strength. For sufficiently small Ta_m, a quasi-two-dimensional, axisymmetric steady flow is formed. With increase of Ta_m, then, unsteady flows emerge by collapsing the symmetry. For this transition problem, theory and numerical calculation have been preceded. On the other hand, experimental approaches have essential unknows, even though there are quired to uncover the phenomena especially at higher Ta_m with stronger nonlinearity; namely, how to realize the RMF by experiment, and whether the experiment system can reproduce the flows expected by numerical simulations.

In the present experiment, we tried to produce the RMF by switching electric current in six-pair coils. A square container with aspect ratio 2 filled with eutectic of GaInSn, a liquid metal having low melting point, was arranged at the center of the coil. The GaInSn is an opaque fluid and it is impossible to be optically visualized. Ultrasonic Doppler velocimetry was used to obtain information of the flow fields. The switching frequency of the RMF was set at 50 Hz at which the skin effect did not appear, and Ta_m was modified by changing the magnetic strength. A long these methods, the flow transition depending on Ta_m was observed. As the measurement results, a stationary axial symmetric flow, that is in good agreement with the numerical simulation results, was observed under relatively small Ta_m. The increase in Reynolds number with respect to Ta_m also show reasonable agreement with the numerical simulations. Furthermore, the process of unsteady and turbulent transition in the increase of Ta_m was discussed and was compared with the numerical simulations.

キーワード：回転磁場、液体金属流れ、流れの遷移
Keywords: Rotating magnetic field, Liquid metal flow, Flow transition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A symmetry-breaking self-regulating dynamo generating Mercury’s anomalous magnetic field

*高橋 太[1]、清水 久芳[2]、綱川 秀夫[3]
*Futoshi Takahashi[1], Hisayoshi Shimizu[2], Hideo Tsunakawa[3]

1. 九州大学大学院理学研究院、2. 東京大学地震研究所、3. 東京工業大学理学院地球惑星科学系
1. Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo , 3. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology

The discovery of Mercury’s unusually axisymmetric, anomalously axially offset dipolar magnetic field shows a new regime of planetary magnetic fields. The cause of the offset dipole remains to be resolved, although some exotic models have been proposed. Since the magnetic fields of the terrestrial planets are generated by fluid motions in the liquid iron core through dynamo action, which is inevitably linked to the structure and evolution of planetary interiors, untangling why Mercury has such an anomalous field is not only crucial for understanding the internal dynamics, evolution history and origin of the planet, but also essential for establishing the general theory of planetary magnetic fields by extending our knowledge to small bodies in our solar system such as Ganymede, Moon and asteroids. In this study, we use numerical dynamo models. Convection is driven as thermo-compositional convection. A thermally stably stratified layer is imposed in the outer part of the core. It is found that the magnetic fields similar in morphology as well as strength to that of Mercury are reproduced. Also, the dynamo-generated magnetic fields act on the flow to induce interaction between equatorially symmetric and antisymmetric components, and resultantly to yield north-south asymmetric helicity. Additional runs demonstrate that the offset dipolar field cannot be maintained without the magnetic self-regulating effect. Thus, it is concluded that the symmetry breaking self-regulating effect causes the flow to generate and maintain the Mercury-like offset dipolar field.

キーワード：水星、偏心双極子、ダイナモ、自己調整機能、対称性破れ
Keywords: Mercury, Offset dipole, Dynamo, Self-regulation, Symmetry-breaking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[M-IS18] 地球流体力学：地球惑星現象への分野横断的アプローチ

コンビーナ:伊賀 啓太(東京大学大気海洋研究所)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、柳澤 孝寿(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、相木 秀則(名古屋大学)

地球惑星科学の様々な分野の研究者が集まって, 諸分野に現れる過程や現象を, 広い意味での地球流体力学というキーワードを用いて比較しながら議論し, 分野間の共通の概念として認識を深める. 惑星・超高層・大気・海洋・火山・マントル・地球中心核など対象とする分野は限定せず, 手法も問わない.

[MIS18-P01] 南北1次元EBMを用いた地球型系外惑星の定常気候状態に関するパラメタ実験

*大中 智博[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学 理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[MIS18-P02] 台風の内部コア領域に見られる波数２擾乱に関する研究

*河田 裕貴[1]、伊賀 啓太[1]、横田 祥[2]、栃本 英伍[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[MIS18-P03] Typhoon-induced vertical mixing measured by the Kuroshio Extension Observatory buoy

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

[MIS18-P04] A comparison between top-down and bottom-up type convective flows in a rotating spherical shell with stress-free boundaries

*谷口 陽菜実[1]、高橋 太[1]、竹広 真一[2] (1.九州大学、2.京都大学)

[MIS18-P05] 強磁場の下での熱対流に見られる二次元的なロール構造とその振動

*柳澤 孝寿[1]、田坂 裕司[2]、宮腰 剛広[1]、櫻庭 中[3] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、2.北海道大学大学院　工学研究院、3.東京大学大学院　理学系研究科)

[MIS18-P06] Two-dimensional or shallow water MHD waves on a rotating sphere with an imposed azimuthal magnetic field

*中島 涼輔[1]、吉田 茂生[2] (1.九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻、2.九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門)

南北1次元EBMを用いた地球型系外惑星の定常気候状態に関するパラメタ実験

Numerical experiments on climate of the Earth-like extrasolar planets using one-dimensional energy balance model

*大中 智博[1]、野沢 徹[2]
*Tomohiro Oonaka[1], Toru Nozawa[2]

1. 岡山大学 理学部、2. 岡山大学大学院　自然科学研究科
1. Faculty of Science, Okayama University, 2. Graduate School of Natural Science and Technology,Okayama University

近年の観測により地球に似た質量を持つ多くの系外惑星が発見されている。このような地球型の系外惑星がどのような定常気候状態を持ち得るのか，という問題は，その生存可能性を検討する上で大変重要である。本研究では，南北1次元のエネルギーバランスモデル（EBM）を作成し，惑星の公転軌道半径，自転角速度，自転軸傾斜角，をパラメタとして多数の数値実験を行い，惑星が取り得る定常気候状態について調べた。

惑星の南北熱輸送効率はその自転角速度の2乗に反比例するとし，自転軸傾斜角23.5度で熱輸送効率（＝自転角速度）と公転軌道半径を変化させ，惑星の定常気候状態を求めた。その結果，熱輸送効率が大きな（自転角速度が小さい）範囲では，その減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径が減少した。一方で，熱輸送効率が小さい（自転角速度が大きい）範囲では，その減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径は逆に増加した。熱輸送効率が大きな範囲では，赤道から極域へと効率よく熱が輸送されるため，赤道と極の温度差が小さくなる。この場合，極域での温度が上昇するため，より小さな恒星放射でも氷のない気候状態を維持できる。したがって，この範囲では熱輸送効率の減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径は減少する。一方で，熱輸送効率が小さい範囲では，赤道から極域へと熱が輸送されにくいため，低緯度を除いて温度が上昇せず凍結する。低緯度に溜め込まれる熱量は熱輸送効率が減少するほど増加する。つまり，熱輸送効率が小さいほど赤道でより高温になる。したがって，熱輸送効率が小さい範囲ではその減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径は増加する。

キーワード：全球凍結、エネルギーバランスモデル、生存可能性
Keywords: frozen planet, energy balance model, habitability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風の内部コア領域に見られる波数２擾乱に関する研究
A study on disturbances with wavenumber 2 in inner-core region of tropical cyclones.

*河田 裕貴[1]、伊賀 啓太[1]、横田 祥[2]、栃本 英伍[1]
*Yuki Kawata[1], Keita Iga[1], Sho Yokota[2], Eigo Tochimoto[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 気象庁気象研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Meteorological Reseach Institute, Japan Meteorological Agency

台風は古くから軸対称を仮定した力学理論によって、発達のメカニズムが調べられてきたが、インナーレインバンドに代表される非軸対称構造も重要な特徴である。非軸対称構造を説明する理論として代表的なものに渦ロスビー波理論（Montgomery and Kallenbach, 1997）があり、この理論に基づいた台風の非軸対称構造の研究がこれまでに多くなされてきた。

台風の非軸対称構造は、波数１と波数２の成分の振幅が特に大きく、それらの擾乱が渦ロスビー波の特性を満たすという研究（Wang, 2002）の他に、台風強度へ及ぼす影響に着目した研究が行われてきた（e.g. Yang et al., 2007）。また、振幅の大きい波数１と２の擾乱のうち、波数１については不連続モデルでの理論が構築されつつある（e.g. Ito and Kanehisa, 2013; Nishimoto and Kanehisa, 2018）。一方で、波数２は楕円渦として顕在化するが、観測研究の多くはレーダー反射強度の解析であり（e.g. Kuo, 1999）、力学場を推定したものはなく、非静力学モデルを用いた調査も十分ではない。

本研究では、非軸対称構造の中でも方位角波数２の擾乱に着目し、その発生・維持過程を明らかにすることを目的として、観測データの解析と領域非静力学モデルを用いた数値実験を行った。

まず観測的研究として、2018年台風８号（Maria）について、ドップラーレーダーのデータから風速場推定を行った。本事例は長時間に渡って扁平な楕円の壁雲構造を持ち、石垣島のドップラーレーダーで内部コア領域を詳細に観測できた非常に珍しい事例である。GBVTD解析（Lee et al., 1999）を用いて高度2 kmの力学場の推定を行ったところ、接線風は明瞭な方位角波数２の構造を持っており、接線風とレーダー反射強度の極大域に対応が見られた。また、楕円渦の長軸に対応する場所には常に波数２の擾乱が存在し続け、時折外側へフィラメント構造を形成して伸びていく様子が捉えられた。この波数２擾乱は、１）接線風の軸対称成分よりも遅い方位角位相速度を持っている、２）渦度の軸対称成分の動径勾配が負の領域に擾乱が存在している、という２点の特徴を持ち、渦ロスビー波の性質を良く満たしていた。

今回、観測研究の対象とした台風は石垣島のレーダーで捕捉可能な領域に入った際、楕円構造が既に形成されていたため、観測データから非軸対称構造の成因を調べることができない。そこで次に、領域非静力学モデルを用いた数値実験を行い、非軸対称構造の成因と維持過程を力学的観点から詳細に調べた。用いたモデルは気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)である。計算は北緯18度の f 面で行った。水平格子間隔は2.5kmで積雲パラメタリゼーションは用いていない。初期値として、最大風速半径160km、渦半径800kmの初期渦を領域中心に配置した。本実験の結果、数日間の急発達期を経て成熟した台風が再現された。各波数の擾乱エネルギーを計算すると、波数１と２のエネルギーが大きく、特に時刻87h～95hの時間帯では波数２のエネルギーが長時間に渡って卓越しており、長寿命の楕円渦を再現することに成功した。この楕円渦は長軸領域で雨水混合比が大きくなっており、観測と整合的な描像を得た。摩擦を考慮しない非弾性方程式を用いたエネルギー収支解析を行い、この擾乱の成因を調べると、下層では動径風による収束項が、中層では浮力項が非軸対称化に効いていた。また、楕円渦の維持期間についてもエネルギー収支を評価したところ、下層では常に非軸対称な収束に起因するエネルギー生成が大きかった。これらから、楕円渦の生成・維持には長軸領域での強い水平収束→上昇流→潜熱解放による渦位生成が重要であることが示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：渦ロスビー波、楕円渦、GBVTD解析
Keywords: vortex Rossby waves, elliptical vortex, GBVTD analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Typhoon-induced vertical mixing measured by the Kuroshio Extension Observatory buoy

*相木 秀則[1]、亀山 昂平[2]
*Hidenori AIKI[1], Kohei Kameyama[2]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Institute for Space Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate School for Environmental Studies, Nagoya University

We have analyzed the consistency of the vertical profiles of temperature and salinity and air-sea fluxes as observed by the Kuroshio Extension Observatory (KEO) buoy, with an intent to improve one-dimensional turbulence closure models used in OGCMs. The advantage of the KEO buoy data is the successful measurement of extreme weather events, such as typhoons and bomb cyclones with hourly time-resolution in the past 14 years. We have selected 7 typhoons in summer-autumn and 20 bomb cyclones in winter-spring, and compared with the results of the 1D-model experiments. In our buoy-model comparison system, the effect of mesoscale eddies and internal waves has been included by referring to the observed undulation of the seasonal thermocline. Both the timing and strength of the buoy precipitation data are well reproduced by the satellite precipitation data (GSMaP). Salinity profile in the 1D-model is yet to be improved by processes other than precipitation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A comparison between top-down and bottom-up type convective flows in a rotating spherical shell with stress-free boundaries

*谷口 陽菜実[1]、高橋 太[1]、竹広 真一[2]
*Hinami Taniguchi[1], Futoshi Takahashi[1], Shin-ichi Takehiro[2]

1. 九州大学、2. 京都大学
1. Kyushu University, 2. Kyoto University

The terrestrial bodies that maintain their intrinsic magnetic fields have dynamos in the fluid cores, in which convection is developed by a certain kind of compositional/thermal buoyancy sources. In the Earth´s core, compositional buoyancy is given by light element ejection into the outer core caused by inner core growth. In other words, compositional convection occurs as a "bottom-up" type convection. In other celestial bodies, iron ejection due to solidification of iron could occur at different depth, strongly depending on temperature-pressure conditions and bulk sulfur content within the core. When iron solidification occurs at or around the core-mantle boundary, the solid iron falls downward like snow drop, that is, so-called "iron snow". The iron snow can remelt, and then the fluid motion is driven as "top-down" type convection. In this study, basic features of the flows driven by these two types of buoyancy are investigated.
For this purpose, onsets of top-down and bottom-up compositional convection in a rotating spherical shell are studied as a linear stability problem. We consider the Boussinesq fluid contained in the rotating spherical shell, of which radius ratio is 0.2. The linearized governing equations, that is, conservation equations of the momentum and mass, and the transport equation of composition, are solved as an eigenvalue problem. The adopted values of the Ekman number, Ek range from 10^{-4} to 10^{-3}. Boundary conditions are stress-free and impermeable for the velocity field, and fixed flux for composition. It is found that the critical Rayleigh numbers Rac shows an Ekman-number-dependence of $Ra_c \propto Ek^{-1.26}$ for the top-down case and $Ra_c \propto Ek^{-1.09}$ for the bottom-up one. The flows at the onsets for both the types have columnar convection owing to the effect of rotation. Motion in the top-down case is dominated by the convection outside the tangent cylinder, which is an imaginary cylinder co-axial with the rotation axis touching the inner sphere at the equator. On the other hand, the axially elongated flow structure around the surface of the tangent cylinder is formed in the bottom-up case as well as columnar flows outside the tangent cylinder. In decreasing the Ekman number, it repeats that the structure inside the cylinder appears and vanishes, and depends on the transition of critical horizontal wavenumber.

キーワード：組成対流、線型安定性解析
Keywords: compositional convection, linear stability analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強磁場の下での熱対流に見られる二次元的なロール構造とその振動
Oscillation of two-dimensional roll-like convection under a strong horizontal magnetic field

*柳澤 孝寿[1]、田坂 裕司[2]、宮腰 剛広[1]、櫻庭 中[3]
*Takatoshi Yanagisawa[1], Yuji Tasaka[2], Takehiro Miyagoshi[1], Ataru Sakuraba[3]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、2. 北海道大学大学院　工学研究院、3. 東京大学大学院　理学系研究科
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Faculty of Engineering, Hokkaido University, 3. Faculty of Science, University of Tokyo

Effects of the magnetic field, together with effects of the rotation, are important to understand coherent flow structures that should be generated in the Earth’s outer core. To investigate the nature of liquid metal flow where a strong magnetic field exists, we studied magnetoconvection on the Rayleigh-Benard setting in which flows are driven by the temperature difference between the top and bottom boundaries, by laboratory experiments and numerical simulations. The control parameters for this setting are the Rayleigh number (Ra) and the Chandrasekhar number (Q). Ra represents the relative intensity of the buoyancy to the viscous force, while Q represents that of the Lorentz force. In applying a homogeneous magnetic field in the horizontal direction, the flow pattern tends to be a roll-like one whose axes are aligned to the direction of the magnetic field. Under a sufficiently strong magnetic field, that means high Q/Ra, an almost steady two-dimensional flow is observed even at high Ra far from the critical Ra for the onset of convective motion. The Ra corresponds to a state of developed turbulence when Q is zero or small, but significant reduction of fluctuations is observed under high Q. With reducing Q from this steady roll flow regime, an oscillatory motion of rolls is observed. The style of the oscillation shows two-dimensional signatures, that is, little difference of motion is observed in the direction of the magnetic field. On the other hand, the circulation style of rolls shows various interesting features those never observed for the well-known roll type convection near the critical Ra. It is due to the large circulation velocities of the roll-like flow. We can get to this new regime of convection by applying a strong magnetic field in the experiment, and make details of the regime clear by our numerical simulation with high resolutions.

キーワード：磁気対流、ロール構造、振動の開始
Keywords: magnetoconvection, roll-like structure, onset of oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two-dimensional or shallow water MHD waves on a rotating sphere with an imposed azimuthal magnetic field

*中島 涼輔[1]、吉田 茂生[2]
*Ryosuke Nakashima[1], Shigeo Yoshida[2]

1. 九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻、2. 九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Magnetohydrodynamic (MHD) waves in a thin layer on a rotating sphere with an imposed toroidal magnetic field are investigated. The system is often considered as a model of the stably stratified outermost Earth's outer core or the tachocline of the Sun. The stratification of the outermost core is suggested on the basis of seismological evidence (e.g. Helffrich and Kaneshima, 2010; Kaneshima, 2018) and interpretations of the geomagnetic variations with MHD waves (e.g. Braginsky, 1993; Buffett, 2014; Chulliat et al., 2015). In order to provide constraints on the obscure stratified layer by comparing with wavy variations in the geomagnetic field, we studied the linear waves of the two-dimensional MHD and the MHD shallow water system over a rotating sphere.

We adopt an azimuthal equatorially antisymmetric field ($B_\Phi(\theta) = B_0 \sin\theta\cos\theta$, where θ is colatitude, Φ is azimuth) as a background magnetic field. On the other hand, an equatorially symmetric field ($B_\Phi(\theta) = B_0 \sin\theta$) was assumed in Márquez-Artavia et al.(2017), whose results we replicated and reported in JpGU 2018.

Compared with previous results, the dispersion diagrams obtained with the toroidal equatorially antisymmetric field show that some fast magnetic Rossby branches remain, while slow magnetic Rossby waves disappear. Besides, a continuous spectrum is found in the range where an azimuthal phase velocity is coincident with a local Alfvén velocity divided by $\sin\theta$. Similar continuous spectra are also seen in various physical situations, including inviscid shear flow (e.g. Case, 1960; Balmforth and Morrison, 1995; Iga, 2013) and plasma oscillations (e.g. Van Kampen, 1955; Case, 1959; Barston, 1964; Sedláček, 1971). The continuous spectra are accompanied by a singular eigenfunction, which is physically meaningful only when they are integrated over the continuous spectra. Its integrated solutions generally decay with time, which is referred to as phase mixing. Unlike exponentially damped discrete modes, this decaying is proportional to negative powers of time.

In the case of the shallow water system with the antisymmetric field, discrete eigenvalues buried in the continuous spectrum is found, which include unstable modes. For the Earth-like parameters, polar trapped modes with decadal period and equatorial trapped Rossby waves with a few years period are found when the stratification is weak.

キーワード：MHD波動、MHD浅水波、トロイダル磁場、連続固有値、地球外核最上部安定成層
Keywords: MHD waves, MHD shallow water, toroidal magnetic field, continuous spectra, a stably stratified layer at the top of the Earth's outer core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[M-IS18] 地球流体力学：地球惑星現象への分野横断的アプローチ

コンビーナ:伊賀 啓太(東京大学大気海洋研究所)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、柳澤 孝寿(海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野)、相木 秀則(名古屋大学)

地球惑星科学の様々な分野の研究者が集まって, 諸分野に現れる過程や現象を, 広い意味での地球流体力学というキーワードを用いて比較しながら議論し, 分野間の共通の概念として認識を深める. 惑星・超高層・大気・海洋・火山・マントル・地球中心核など対象とする分野は限定せず, 手法も問わない.

[MIS18-P01] 南北1次元EBMを用いた地球型系外惑星の定常気候状態に関するパラメタ実験

*大中 智博[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学 理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[MIS18-P02] 台風の内部コア領域に見られる波数２擾乱に関する研究

*河田 裕貴[1]、伊賀 啓太[1]、横田 祥[2]、栃本 英伍[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象庁気象研究所)

[MIS18-P03] Typhoon-induced vertical mixing measured by the Kuroshio Extension Observatory buoy

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

[MIS18-P04] A comparison between top-down and bottom-up type convective flows in a rotating spherical shell with stress-free boundaries

*谷口 陽菜実[1]、高橋 太[1]、竹広 真一[2] (1.九州大学、2.京都大学)

[MIS18-P05] 強磁場の下での熱対流に見られる二次元的なロール構造とその振動

*柳澤 孝寿[1]、田坂 裕司[2]、宮腰 剛広[1]、櫻庭 中[3] (1.海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、2.北海道大学大学院　工学研究院、3.東京大学大学院　理学系研究科)

[MIS18-P06] Two-dimensional or shallow water MHD waves on a rotating sphere with an imposed azimuthal magnetic field

*中島 涼輔[1]、吉田 茂生[2] (1.九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻、2.九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門)

南北1次元EBMを用いた地球型系外惑星の定常気候状態に関するパラメタ実験

Numerical experiments on climate of the Earth-like extrasolar planets using one-dimensional energy balance model

*大中 智博[1]、野沢 徹[2]
*Tomohiro Oonaka[1], Toru Nozawa[2]

1. 岡山大学 理学部、2. 岡山大学大学院　自然科学研究科
1. Faculty of Science, Okayama University, 2. Graduate School of Natural Science and Technology,Okayama University

近年の観測により地球に似た質量を持つ多くの系外惑星が発見されている。このような地球型の系外惑星がどのような定常気候状態を持ち得るのか，という問題は，その生存可能性を検討する上で大変重要である。本研究では，南北1次元のエネルギーバランスモデル（EBM）を作成し，惑星の公転軌道半径，自転角速度，自転軸傾斜角，をパラメタとして多数の数値実験を行い，惑星が取り得る定常気候状態について調べた。

惑星の南北熱輸送効率はその自転角速度の2乗に反比例するとし，自転軸傾斜角23.5度で熱輸送効率（＝自転角速度）と公転軌道半径を変化させ，惑星の定常気候状態を求めた。その結果，熱輸送効率が大きな（自転角速度が小さい）範囲では，その減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径が減少した。一方で，熱輸送効率が小さい（自転角速度が大きい）範囲では，その減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径は逆に増加した。熱輸送効率が大きな範囲では，赤道から極域へと効率よく熱が輸送されるため，赤道と極の温度差が小さくなる。この場合，極域での温度が上昇するため，より小さな恒星放射でも氷のない気候状態を維持できる。したがって，この範囲では熱輸送効率の減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径は減少する。一方で，熱輸送効率が小さい範囲では，赤道から極域へと熱が輸送されにくいため，低緯度を除いて温度が上昇せず凍結する。低緯度に溜め込まれる熱量は熱輸送効率が減少するほど増加する。つまり，熱輸送効率が小さいほど赤道でより高温になる。したがって，熱輸送効率が小さい範囲ではその減少に伴い全球凍結に至る公転軌道半径は増加する。

キーワード：全球凍結、エネルギーバランスモデル、生存可能性
Keywords: frozen planet, energy balance model, habitability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風の内部コア領域に見られる波数２擾乱に関する研究
A study on disturbances with wavenumber 2 in inner-core region of tropical cyclones.

*河田 裕貴[1]、伊賀 啓太[1]、横田 祥[2]、栃本 英伍[1]
*Yuki Kawata[1], Keita Iga[1], Sho Yokota[2], Eigo Tochimoto[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 気象庁気象研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Meteorological Reseach Institute, Japan Meteorological Agency

台風は古くから軸対称を仮定した力学理論によって、発達のメカニズムが調べられてきたが、インナーレインバンドに代表される非軸対称構造も重要な特徴である。非軸対称構造を説明する理論として代表的なものに渦ロスビー波理論（Montgomery and Kallenbach, 1997）があり、この理論に基づいた台風の非軸対称構造の研究がこれまでに多くなされてきた。

台風の非軸対称構造は、波数１と波数２の成分の振幅が特に大きく、それらの擾乱が渦ロスビー波の特性を満たすという研究（Wang, 2002）の他に、台風強度へ及ぼす影響に着目した研究が行われてきた（e.g. Yang et al., 2007）。また、振幅の大きい波数１と２の擾乱のうち、波数１については不連続モデルでの理論が構築されつつある（e.g. Ito and Kanehisa, 2013; Nishimoto and Kanehisa, 2018）。一方で、波数２は楕円渦として顕在化するが、観測研究の多くはレーダー反射強度の解析であり（e.g. Kuo, 1999）、力学場を推定したものはなく、非静力学モデルを用いた調査も十分ではない。

本研究では、非軸対称構造の中でも方位角波数２の擾乱に着目し、その発生・維持過程を明らかにすることを目的として、観測データの解析と領域非静力学モデルを用いた数値実験を行った。

まず観測的研究として、2018年台風８号（Maria）について、ドップラーレーダーのデータから風速場推定を行った。本事例は長時間に渡って扁平な楕円の壁雲構造を持ち、石垣島のドップラーレーダーで内部コア領域を詳細に観測できた非常に珍しい事例である。GBVTD解析（Lee et al., 1999）を用いて高度2 kmの力学場の推定を行ったところ、接線風は明瞭な方位角波数２の構造を持っており、接線風とレーダー反射強度の極大域に対応が見られた。また、楕円渦の長軸に対応する場所には常に波数２の擾乱が存在し続け、時折外側へフィラメント構造を形成して伸びていく様子が捉えられた。この波数２擾乱は、１）接線風の軸対称成分よりも遅い方位角位相速度を持っている、２）渦度の軸対称成分の動径勾配が負の領域に擾乱が存在している、という２点の特徴を持ち、渦ロスビー波の性質を良く満たしていた。

今回、観測研究の対象とした台風は石垣島のレーダーで捕捉可能な領域に入った際、楕円構造が既に形成されていたため、観測データから非軸対称構造の成因を調べることができない。そこで次に、領域非静力学モデルを用いた数値実験を行い、非軸対称構造の成因と維持過程を力学的観点から詳細に調べた。用いたモデルは気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)である。計算は北緯18度の f 面で行った。水平格子間隔は2.5kmで積雲パラメタリゼーションは用いていない。初期値として、最大風速半径160km、渦半径800kmの初期渦を領域中心に配置した。本実験の結果、数日間の急発達期を経て成熟した台風が再現された。各波数の擾乱エネルギーを計算すると、波数１と２のエネルギーが大きく、特に時刻87h～95hの時間帯では波数２のエネルギーが長時間に渡って卓越しており、長寿命の楕円渦を再現することに成功した。この楕円渦は長軸領域で雨水混合比が大きくなっており、観測と整合的な描像を得た。摩擦を考慮しない非弾性方程式を用いたエネルギー収支解析を行い、この擾乱の成因を調べると、下層では動径風による収束項が、中層では浮力項が非軸対称化に効いていた。また、楕円渦の維持期間についてもエネルギー収支を評価したところ、下層では常に非軸対称な収束に起因するエネルギー生成が大きかった。これらから、楕円渦の生成・維持には長軸領域での強い水平収束→上昇流→潜熱解放による渦位生成が重要であることが示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：渦ロスビー波、楕円渦、GBVTD解析
Keywords: vortex Rossby waves, elliptical vortex, GBVTD analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Typhoon-induced vertical mixing measured by the Kuroshio Extension Observatory buoy

*相木 秀則[1]、亀山 昂平[2]
*Hidenori AIKI[1], Kohei Kameyama[2]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Institute for Space Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate School for Environmental Studies, Nagoya University

We have analyzed the consistency of the vertical profiles of temperature and salinity and air-sea fluxes as observed by the Kuroshio Extension Observatory (KEO) buoy, with an intent to improve one-dimensional turbulence closure models used in OGCMs. The advantage of the KEO buoy data is the successful measurement of extreme weather events, such as typhoons and bomb cyclones with hourly time-resolution in the past 14 years. We have selected 7 typhoons in summer-autumn and 20 bomb cyclones in winter-spring, and compared with the results of the 1D-model experiments. In our buoy-model comparison system, the effect of mesoscale eddies and internal waves has been included by referring to the observed undulation of the seasonal thermocline. Both the timing and strength of the buoy precipitation data are well reproduced by the satellite precipitation data (GSMaP). Salinity profile in the 1D-model is yet to be improved by processes other than precipitation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A comparison between top-down and bottom-up type convective flows in a rotating spherical shell with stress-free boundaries

*谷口 陽菜実[1]、高橋 太[1]、竹広 真一[2]
*Hinami Taniguchi[1], Futoshi Takahashi[1], Shin-ichi Takehiro[2]

1. 九州大学、2. 京都大学
1. Kyushu University, 2. Kyoto University

The terrestrial bodies that maintain their intrinsic magnetic fields have dynamos in the fluid cores, in which convection is developed by a certain kind of compositional/thermal buoyancy sources. In the Earth´s core, compositional buoyancy is given by light element ejection into the outer core caused by inner core growth. In other words, compositional convection occurs as a "bottom-up" type convection. In other celestial bodies, iron ejection due to solidification of iron could occur at different depth, strongly depending on temperature-pressure conditions and bulk sulfur content within the core. When iron solidification occurs at or around the core-mantle boundary, the solid iron falls downward like snow drop, that is, so-called "iron snow". The iron snow can remelt, and then the fluid motion is driven as "top-down" type convection. In this study, basic features of the flows driven by these two types of buoyancy are investigated.
For this purpose, onsets of top-down and bottom-up compositional convection in a rotating spherical shell are studied as a linear stability problem. We consider the Boussinesq fluid contained in the rotating spherical shell, of which radius ratio is 0.2. The linearized governing equations, that is, conservation equations of the momentum and mass, and the transport equation of composition, are solved as an eigenvalue problem. The adopted values of the Ekman number, Ek range from 10^{-4} to 10^{-3}. Boundary conditions are stress-free and impermeable for the velocity field, and fixed flux for composition. It is found that the critical Rayleigh numbers Rac shows an Ekman-number-dependence of $Ra_c \propto Ek^{-1.26}$ for the top-down case and $Ra_c \propto Ek^{-1.09}$ for the bottom-up one. The flows at the onsets for both the types have columnar convection owing to the effect of rotation. Motion in the top-down case is dominated by the convection outside the tangent cylinder, which is an imaginary cylinder co-axial with the rotation axis touching the inner sphere at the equator. On the other hand, the axially elongated flow structure around the surface of the tangent cylinder is formed in the bottom-up case as well as columnar flows outside the tangent cylinder. In decreasing the Ekman number, it repeats that the structure inside the cylinder appears and vanishes, and depends on the transition of critical horizontal wavenumber.

キーワード：組成対流、線型安定性解析
Keywords: compositional convection, linear stability analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

強磁場の下での熱対流に見られる二次元的なロール構造とその振動
Oscillation of two-dimensional roll-like convection under a strong horizontal magnetic field

*柳澤 孝寿[1]、田坂 裕司[2]、宮腰 剛広[1]、櫻庭 中[3]
*Takatoshi Yanagisawa[1], Yuji Tasaka[2], Takehiro Miyagoshi[1], Ataru Sakuraba[3]

1. 海洋研究開発機構　地球深部ダイナミクス研究分野、2. 北海道大学大学院　工学研究院、3. 東京大学大学院　理学系研究科
1. Department of Deep Earth Structure and Dynamics Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Faculty of Engineering, Hokkaido University, 3. Faculty of Science, University of Tokyo

Effects of the magnetic field, together with effects of the rotation, are important to understand coherent flow structures that should be generated in the Earth’s outer core. To investigate the nature of liquid metal flow where a strong magnetic field exists, we studied magnetoconvection on the Rayleigh-Benard setting in which flows are driven by the temperature difference between the top and bottom boundaries, by laboratory experiments and numerical simulations. The control parameters for this setting are the Rayleigh number (Ra) and the Chandrasekhar number (Q). Ra represents the relative intensity of the buoyancy to the viscous force, while Q represents that of the Lorentz force. In applying a homogeneous magnetic field in the horizontal direction, the flow pattern tends to be a roll-like one whose axes are aligned to the direction of the magnetic field. Under a sufficiently strong magnetic field, that means high Q/Ra, an almost steady two-dimensional flow is observed even at high Ra far from the critical Ra for the onset of convective motion. The Ra corresponds to a state of developed turbulence when Q is zero or small, but significant reduction of fluctuations is observed under high Q. With reducing Q from this steady roll flow regime, an oscillatory motion of rolls is observed. The style of the oscillation shows two-dimensional signatures, that is, little difference of motion is observed in the direction of the magnetic field. On the other hand, the circulation style of rolls shows various interesting features those never observed for the well-known roll type convection near the critical Ra. It is due to the large circulation velocities of the roll-like flow. We can get to this new regime of convection by applying a strong magnetic field in the experiment, and make details of the regime clear by our numerical simulation with high resolutions.

キーワード：磁気対流、ロール構造、振動の開始
Keywords: magnetoconvection, roll-like structure, onset of oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two-dimensional or shallow water MHD waves on a rotating sphere with an imposed azimuthal magnetic field

*中島 涼輔[1]、吉田 茂生[2]
*Ryosuke Nakashima[1], Shigeo Yoshida[2]

1. 九州大学 大学院理学府 地球惑星科学専攻、2. 九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Magnetohydrodynamic (MHD) waves in a thin layer on a rotating sphere with an imposed toroidal magnetic field are investigated. The system is often considered as a model of the stably stratified outermost Earth's outer core or the tachocline of the Sun. The stratification of the outermost core is suggested on the basis of seismological evidence (e.g. Helffrich and Kaneshima, 2010; Kaneshima, 2018) and interpretations of the geomagnetic variations with MHD waves (e.g. Braginsky, 1993; Buffett, 2014; Chulliat et al., 2015). In order to provide constraints on the obscure stratified layer by comparing with wavy variations in the geomagnetic field, we studied the linear waves of the two-dimensional MHD and the MHD shallow water system over a rotating sphere.

We adopt an azimuthal equatorially antisymmetric field ($B_\Phi(\theta) = B_0 \sin\theta\cos\theta$, where θ is colatitude, Φ is azimuth) as a background magnetic field. On the other hand, an equatorially symmetric field ($B_\Phi(\theta) = B_0 \sin\theta$) was assumed in Márquez-Artavia et al.(2017), whose results we replicated and reported in JpGU 2018.

Compared with previous results, the dispersion diagrams obtained with the toroidal equatorially antisymmetric field show that some fast magnetic Rossby branches remain, while slow magnetic Rossby waves disappear. Besides, a continuous spectrum is found in the range where an azimuthal phase velocity is coincident with a local Alfvén velocity divided by $\sin\theta$. Similar continuous spectra are also seen in various physical situations, including inviscid shear flow (e.g. Case, 1960; Balmforth and Morrison, 1995; Iga, 2013) and plasma oscillations (e.g. Van Kampen, 1955; Case, 1959; Barston, 1964; Sedláček, 1971). The continuous spectra are accompanied by a singular eigenfunction, which is physically meaningful only when they are integrated over the continuous spectra. Its integrated solutions generally decay with time, which is referred to as phase mixing. Unlike exponentially damped discrete modes, this decaying is proportional to negative powers of time.

In the case of the shallow water system with the antisymmetric field, discrete eigenvalues buried in the continuous spectrum is found, which include unstable modes. For the Earth-like parameters, polar trapped modes with decadal period and equatorial trapped Rossby waves with a few years period are found when the stratification is weak.

キーワード：MHD波動、MHD浅水波、トロイダル磁場、連続固有値、地球外核最上部安定成層
Keywords: MHD waves, MHD shallow water, toroidal magnetic field, continuous spectra, a stably stratified layer at the top of the Earth's outer core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 103 1F

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)、座長:苅谷 愛彦(専修大学)

山岳地域は低標高の人口密集域へ水資源を供給するとともに、多様な生態系を育む貴重な役割を担っている。近年の地球温暖化に伴う山岳域での環境変動の影響評価と緩和策を探るために、気候、地形・地質、水循環、物質循環、炭素循環、生物多様性など様々な分野の横断的研究セッションを開催する事を目的とする。

9:00 ~ 9:15

[MIS20-01] 多摩川上流・本仁田山の完新世地すべり堆積物

*苅谷 愛彦[1]、澤部 孝一郎[2] (1.専修大学文学部環境地理学科、2.国土防災技術)

9:15 ~ 9:30

[MIS20-02] 山岳地形の理解に対する立体表現地図と３D模型の活用とその効果

*小森 次郎[1] (1.帝京平成大学)

9:30 ~ 9:45

[MIS20-03] 八幡平火山の大規模地すべり地に形成された長沼の発達過程

*佐々木 夏来[1]、須貝 俊彦[1] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

9:45 ~ 10:00

[MIS20-04] 北アルプス乗鞍火山の高山帯・亜高山帯における気温・地温状況

*佐々木 明彦[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3] (1.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、2.信州大学大学院総合工学系研究科、3.信州大学理学部)

10:00 ~ 10:15

[MIS20-05] 山岳砂礫堆積域における土石流の発生流下特性

★招待講演

*今泉 文寿[1]、早川 裕弋[2]、經隆 悠[3]、堀田 紀文[4] (1.静岡大学農学部、2.北海道大学地球環境科学研究院、3.森林総合研究所、4.東京大学大学院農学研究科)

10:15 ~ 10:30

[MIS20-06] 梓川上流，上高地谷の徳沢－明神間における10年間の河道地形変化と植生変動

★招待講演

*島津 弘[1] (1.立正大学地球環境科学部地理学科)

多摩川上流・本仁田山の完新世地すべり堆積物
Early Holocene landslide deposits found from Mount Honita, the upper Tama River basin, west of Tokyo

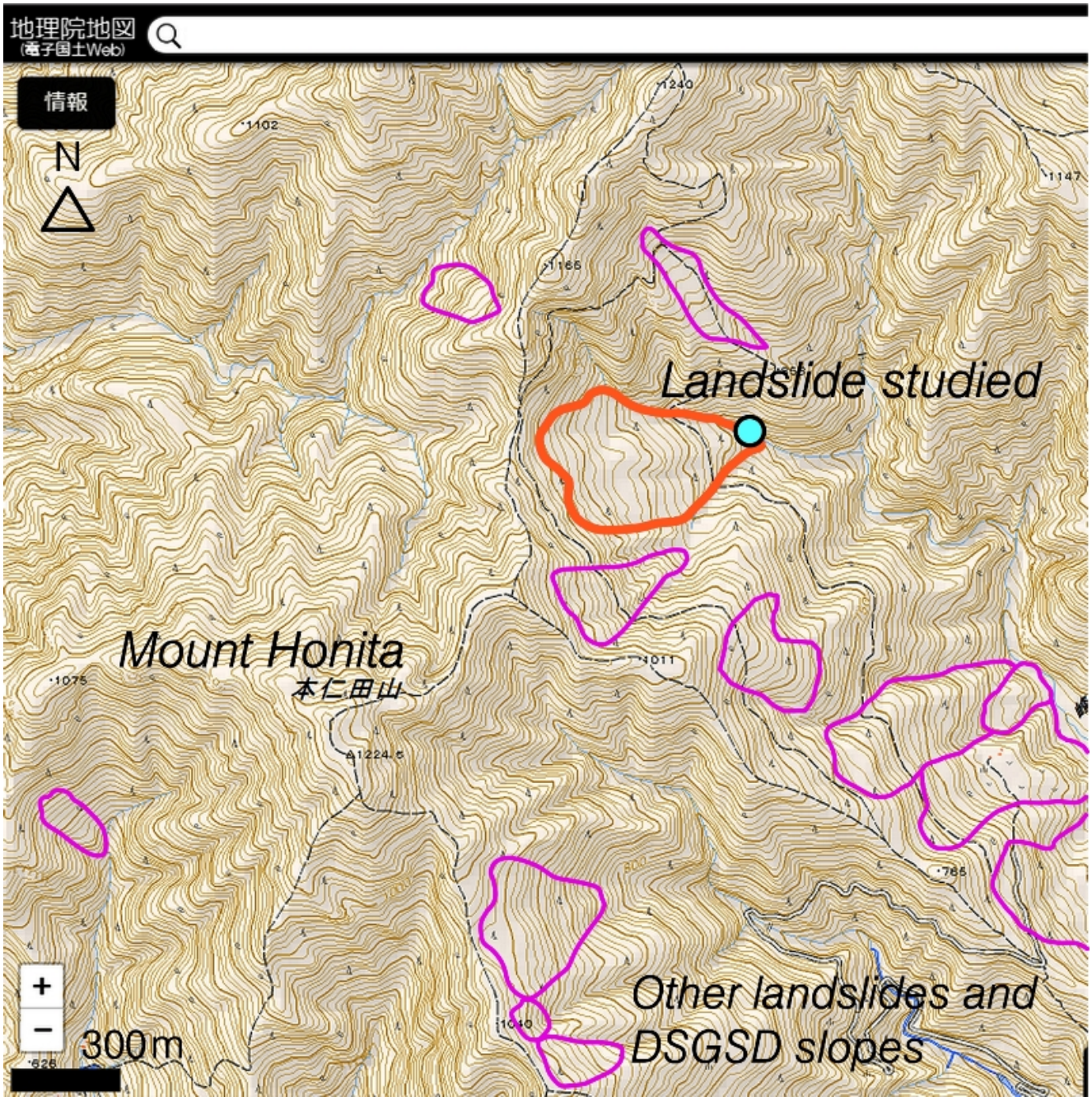
*苅谷 愛彦[1]、澤部 孝一郎[2]
*Yoshihiko Kariya[1], Koichiro Sawabe[2]

1. 専修大学文学部環境地理学科、2. 国土防災技術
1. Department of Environmental Geography, Senshu University, 2. Japan Conservation Engineers

多摩川上流地域は付加体堆積岩類から成り，中・小規模の地すべり地が随所に発達する．本研究では，東京都奥多摩町本仁田山山頂の北東約1.4kmの谷底（北緯35度50分17秒，東経139度6分50秒，標高710 m）に定置する地すべり堆積物から2点の材化石を得て，それらの最外部分の^{14}C年代を測定した．この結果，試料は10250-10189 cal BPおよび10150-10057/10042-9987/9959-9704 cal BPを示した．いずれもOxCal4.3とIntCal13による2σ年代である．これらの年代値より，この事例では完新世初頭に地すべりが発生したと判断される．これまで指摘されてきたように，この時代の多雨化と河床高度の低下が相まって，多摩川上流で地すべりが増加した可能性がある．年代の面では，近接する立川断層帯の最新古地震イベントとは直接結びつかない．

キーワード：奥多摩、14C年代、斜面物質移動、地すべり
Keywords: Upper Tama River basin, 14C ages, Mass movement, Landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山岳地形の理解に対する立体表現地図と３D模型の活用とその効果
The effect of understanding of mountainous terrain using 3D maps and solid model

*小森 次郎[1]
*Jiro Komori[1]

1. 帝京平成大学
1. Teikyo Heisei University

地形はそれを構成する地質や地形面の構造発達史、風化～堆積に至る履歴により特徴的な形態を示す。しかし、地球惑星科学に興味がない、あるいは学ぶ機会がない人にとって、その特徴を理解することは難しい。特に一般の人が直接目にする機会の少ない山岳域の地形についてはそれは顕著であろう。この問題に対しては、ステレオ画像の立体視が以前から有効であるが、立体視鏡の確保や視認の個人差など解決を要する点が多い。いっぽう近年、特殊な立体地図やWeb画面上での3Dビューイング、3Dプリンターによる印刷模型、など室内に居ながらにして地形の立体像を目にし、手にすることが容易になってきた。以上の背景から、本研究ではこれらを使うことで山岳域の地形について一般の人の理解がどのように進むかについて調査を進めている。

用いた材料は赤色立体地図(紙資料)、Google Mapの3Dビュー(スクリーンへの投影)、および小型3Dプリンターによる立体地形模型(ハンズオン資料)である。それぞれの利用を経たものと経ない者には明らかに理解の差が見られる。本発表では国内の氷河地形および崩壊地形等を例に、利用の効果について報告する。

（・本研究は科学研究費補助金　基盤研究（C）16K04706-A「ボーリングコアを用いた理科地学領域の授業改善：野外自然体験学習の代替として（研究代表者　植木岳雪）」による助成を受けた．・本大会内での関連の発表:「卓上３Dプリンターの地形模型をつかった地球惑星科学のアウトリーチとその効果」（セッション　G-02　地球惑星科学のアウトリーチ））

キーワード：赤色立体地図、オンライン地図、３Dプリンター、氷河地形、地すべり地形、教育効果
Keywords: Red Relief Image Map, online map, 3D printer, glacial topography, landslide topography, educational effect

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八幡平火山の大規模地すべり地に形成された長沼の発達過程
Development process of Lake Naganuma in a large-scale landslide on Hachimantai Volcano

*佐々木 夏来[1]、須貝 俊彦[1]
*Natsuki Sasaki[1], Toshihiko Sugai[1]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Graduate School of Frontier Science, the University of Tokyo

八幡平火山群では，湿地の形成要因の一つに地すべり地形があげられ，土塊が10^6 m^3を超える大規模な地すべり地内に，湖沼や湿原など様々なタイプの湿地が共存している（Sasaki and Sugai, 2015）．一般に，地すべり性湿地は湖沼から湿原へと発達する陸化型湿原であるので，湿地タイプの違いは湿地の発達段階の違いを反映していると考えられる．本研究では，八幡平火山群の大規模地すべり地内凹地に形成された長沼湿地を対象として掘削調査をおこない，長沼の発達過程を明らかにした．さらに，同じ地すべり地内の大谷地湿原との発達過程の違いについて考察した．

長沼は，八幡平火山北西の菰ノ森地すべり地の土塊上部に形成された湿地で，地すべりの滑落崖に平行な南北方向に長軸をもつ楕円形をしている．長沼は，北半分が水域，南半分が湿原化している．長沼の長軸上の湿原部2か所で掘削調査を実施し，それぞれの堆積物コアを水域に近い方からNN1，NN2とした．NN1は長さ3.4 mで，下位から有機質シルト層（NN1-Unit1：3.40–2.64 m深）と泥炭層（NN1-Unit2：2.64–0.00 m深）に分けられた．NN2は長さ4.5 mで，下位から平行ラミナを伴うシルト層（NN2-Unit１：4.50–4.20 m深），有機質シルト層（NN2-Unit2：4.20–1.57 m深），泥炭層（NN2-Unit3：1.57–0.00 m深）に分けられた．各Unitの境界は不明瞭で，有機物含有量は漸次的に変化していた．また，NN1コアとNN2コアでそれぞれ5枚と4枚のテフラ層が見出された．火山ガラスの主成分分析の結果，NN1の1.05 m深とNN2の1.10 m深の軽石層がAD915年に降下した十和田aテフラ（To-a）に，NN1の2.22 m深とNN2の2.87 m深の火山灰層が6.2 kaに降下した十和田中掫テフラ（To-Cu）にそれぞれ対比された．

NN1，NN2ともに上位に向かって有機質シルト層が泥炭層へ変化しており，NN1では有機質シルト層の下部に，NN2では最下部のシルト層に平行ラミナ構造が認められたことから，長沼の南側は湖沼から湿原へと発達したと考えらえる．そして湿原になった時期は，NN1でTo-Cuが泥炭層に挟在していたことから，6.2 ka以前と考えらえる．しかし，水域から遠いNN2ではTo-Cuが泥炭層下位の有機質シルト層内に挟在していた．さらに，有機質シルト層は厚く，To-Cu降下以降，To-a降下前までの堆積速度は，NN1が約0.23 mm/年であるのに対し，NN2は約0.35 mm/年であった．したがって，水域が縮小して湿原化した後にも，NN2では継続的に周辺斜面から細粒物の流入があったことが示唆された．以上のことから，長沼は，湖沼が上流部（南側）から埋積によって緩やかに湿原へと発達し，泥炭が堆積する少なくとも千年以上は現在のような状態で安定していると考えられる．

菰ノ森地すべり地内には複数の湿地が形成されており，長沼の南西800 mに位置する大谷地湿原と長沼の発達過程は異なっている．大谷地湿原では，8600年前以前に地すべり性凹地形が形成されたのち，森林と湿地のモザイク状の景観へ変わり，約5500年前に河川の堰き止めによると考えられる湖が出現し，約3300年前に湿原化したことが報告されている（Sasaki and Sugai, 2018）．一方で，長沼は，長期にわたって安定的に湿地が存在し，湖沼から湿原への発達も緩やかである．以上のことから，菰ノ森地すべり地では，大規模地すべり活動によって湿地が形成されて以降，安定的に存在する湿地がある一方で，局所的な地形変化による湖沼の形成や湿原化もみられた．つまり，同一の地すべり地内の湿地でも，発達過程や発達速度が異なること，大規模地すべり地内では長期間湖が存続しうることが明らかとなった．

引用文献

Sasaki, N. and Sugai, T. (2015): Distribution and Development Processes of Wetlands on Landslides in

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the Hachimantai Volcanic Group, NE Japan. Geographical Review of Japan Series B, 87, 103–114.
Sasaki, N. and Sugai, T. (2018): Holocene development of mountain wetlands within and outside of landslide in the Hachimantai volcanic group, northeastern Japan. Quaternary International, 471, 345–358.

キーワード：湿地、発達過程、地すべり、八幡平火山
Keywords: wetland, development process, landslide, Hachimantai Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北アルプス乗鞍火山の高山帯・亜高山帯における気温・地温状況
Air and ground temperature conditions on alpine and sub-apline zone of Norikura Volcano, Northern Japanese Alps

*佐々木 明彦[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3]
*Akihiko SASAKI[1], Motoshi NISHIMURA[2], Keisuke Suzuki[3]

1. 国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、2. 信州大学大学院総合工学系研究科、3. 信州大学理学部
1. Department of Geography and Environmental Studies, Kokushikan University, 2. Interdisciplinary Graduate school of Science and Technology, Shinshu University, 3. Faculty of Science, Shinshu University

乗鞍岳は標高2500～3000 mの山頂を有する火山体が南北に10 km以上にわたって連なる山域で，稜線付近には広大な高山帯がみられる．本地域は周氷河地形の研究対象として重要であるほか，植生帯と気候の関係を検討するうえでも貴重な研究対象になりうる.また，こうした巨大な山塊を挟んだ東西両斜面における積雪・融雪過程の違いなど，気象状況に対する山塊効果などを検討するうえでも重要な研究対象と考えられる.このような研究を今後実施するにあたり，乗鞍火山の各所で気温データを取得し，気温状況を整理することは基本的な作業として重要である．そこで本研究では，乗鞍火山の山地帯-亜高山帯の境界，亜高山帯-高山帯の境界，および高山帯において，気温の通年観測を行った．また，高山帯において地温の観測を実施した.

気温の観測は，標高1700 mの亜高山帯下限，標高2500 mの高山帯下限，標高2795 mの高山帯の各観測点で実施した．温度観測には自記記録式のサーミスタ温度計（T&D社製　TR-52S）を用い，1時間毎にデータを記録した．気温の観測は2011年の秋季に開始した．地表面から2 mの高さに自然通風型の日射シェルターを設置し，それに温度センサーを格納して気温の観測を実施した．地温観測は標高2795 mの高山帯の砂礫斜面において2016年秋季に開始した．センサーは1 cm，10 cm，40 cm，100 cmの4深度に設置した．データロガーの電池切れのための欠測や，センサーの積雪への埋没による無効データがあるため，観測期間のデータは冬季を中心に一部取得できていない.それらをのぞき，気温データを整理した.

全観測期間を通じて，最高気温は標高1700 mにおける26.6℃，最低気温は最高所の2795 mにおける-26.8℃であった.平均気温は，データの欠測期間があるため算出が難しい年もあるが，標高2795 mでは2013年に-2.1℃，2016年に-0.3℃，2017年に-2.4℃であった．標高2500 mにおける年平均気温は，2014年に0.1℃，2017年に-0.3℃であった．標高1700 mにおける平均気温は，2014年に4.8℃，2015年に5.6℃であった．各観測点の月平均気温を用いて，温量指数を検討した結果，標高1700 mにおいて43.3℃・月（2014年），45.2℃・月（2015年）となり，亜高山帯下限の一般的な温量指数である45℃・月におおむね一致した.一方，標高2500 mにおける温量指数は，19.7℃・月（2014年），21.8℃・月（2015年），19.8℃・月（2017年）であり，高山帯下限の一般的な温量指数である15℃・月に比べると，かなり大きい値であった.実際の温度環境よりも，風や積雪の着き方などの山頂効果によって温度条件見合いよりも低所まで高山帯が広がっている可能性がある.

高山帯の標高2795 mで観測された地温の最高・最低値は，いずれも1 cm深で記録され，それぞれ24.1℃，-19.3℃であった．1 cm深では，凍結進行期の10-11月に10回程度の日周期の凍結融解サイクルがみられ，その後は凍結したまま推移した．3月～6月が季節凍土の融解進行期にあたり，1 cm深ではおおむね20数回の日周期の凍結融解サイクルが認められた．一方，本観測期間において，10 cm以深では日周期の凍結融解サイクルは発生しなかった.

キーワード：気温観測、地温観測、森林限界、高山帯、乗鞍火山、北アルプス
Keywords: air temperature observation, ground temperature observation, forest limit, alpine zone, norikura volcano, Northern Japanese Alps

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山岳砂礫堆積域における土石流の発生流下特性
Initiation and flow characteristics of debris flows on a sediment deposition zone in a mountain area

*今泉 文寿[1]、早川 裕弌[2]、經隆 悠[3]、堀田 紀文[4]
*Fumitoshi Imaizumi[1], Yuichi S. Hayakawa[2], Haruka Tsunetaka[3], Norifumi Hotta[4]

1. 静岡大学農学部、2. 北海道大学地球環境科学研究院、3. 森林総合研究所、4. 東京大学大学院農学研究科
1. Faculty of Agriculture, Shizuoka University, 2. Faculty of Environmental Earth Sciences, 3. Forestry and Forest Products Research Institute, 4. Graduate School of Agricultural and Life Sciences

土石流はその速度，移動距離，破壊力から，甚大な災害を引き起こす土砂移動現象である。土石流の発生・流下特性は土石流の材料となりうる不安定土砂の土石流発生域における貯留状況の影響を受けていると考えられるが，土石流の発生域はアクセスが困難であり，また危険性が伴うことからほとんど明らかになっていない。そこで静岡県北部の大谷崩において，定期的な地上レーザースキャンやUAV撮影，現地観測によって不安定土砂の貯留状況が土石流の発生・流下特性へ及ぼす影響について調べた。その結果，土石流の発生位置は不安定土砂の堆積状況，および支流から土石流渓流への水の供給の影響を受けていることがわかった。土石流発生域においては渓床勾配が急なことから不飽和土石流が重要な流動形態である。さらに堆積土砂量が15,000m^3を超えるときには不飽和土石流が，10,000 m^3を下回るときには飽和土石流が多く発生した。また，流動形態は流下とともに変化をすることが明らかになった。このように，土石流の発生・流下特性は発生域における不安定土砂の堆積状況の影響を受け，さらに流下・堆積域で観測される土石流と流下形態が異なることがあることが明らかになった。

キーワード：土石流、山岳域、土砂災害
Keywords: debris flow, mountainous area, sediment disasters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

梓川上流，上高地谷の徳沢ー明神間における10年間の河道地形変化と植生変動

Relationships between annual landform changes of the riverbed and vegetation dynamics during recent 10 years in the upper Asusa River in Kamikochi valley in the Japan Alps

*島津 弘[1]
*Hiroshi Shimazu[1]

1. 立正大学地球環境科学部地理学科
1. Department of Geography, Faculty of Geo-Environmental Science, Rissho University

槍ヶ岳を源流に持つ梓川の上流，上高地谷は山岳地域にもかかわらず幅の広い谷底平野が形成されている．梓川は複列砂礫堆を持つ礫床網状河川となっている．河道内にはケショウヤナギやエゾヤナギのパッチ状群落が立地している．上高地自然史研究会では人工的な地形変化や攪乱の少ない徳沢ー明神間の梓川河道に継続観察地を設定し，25年以上にわたって地形変化と植生変動を記録してきた．本発表では，発表者が測量を行った最近10年間について，河道地形変化とヤナギ群落の消長の関係についての検討結果を報告する．

2008年以降，2009年，2010年，2011年，2013年，2017年，2018年に河道内の流路の位置が変化した．2009年を除くこれらの年には梅雨期間内に日降水量110mmを超える大雨が観測され，2009年には連続降雨の中，3日間降水量が170mmを超える降雨が続いた．インターバル撮影カメラを用いた観察によると，梅雨時期には降雨開始から2時間以内に急激に水位が上昇することがわかっている．また，梅雨期以外の大雨では同程度の降水量でも増水の規模がかなり小さいこともわかっている．

地形変化後の流路の横断形状，砂礫堆上の植生の観察から，流路は横方向に徐々に移動するのではなく，それ以前の流路の埋積と新たな流路の掘削が生じていると考えられる．このため，砂礫堆上の植生は，多少の埋没は起こるとしても，新たな流路の形成がない限り生き残り，生長を続ける．一方，流路の側方侵食がわずかに起こるため，パッチ状群落の一部が侵食されることもある．この10年間には溝状地形の中で発芽したケショウヤナギ群落が，現在3mを超す高さにまで生長を続けている．また，上高地自然史研究会が調査を始めた1998年頃に一度破壊された群落跡に発芽し，生長したパッチ状群落は，側方侵食によって徐々に幅が縮小しているが，樹高20mに達する群落となっている．河道中央部に立つ数本の大径木からなる群落で最初の測量である1994年から現在まで残存しているものもある一方で，2017年，2018年の増水時の地形変化により流失したものもある．

このように，上高地梓川の河道では数年に1回の梅雨時期の豪雨にともなう増水によって，流路の埋積と新たな流路の掘削が起こり，大きく地形変化が起こるが，そのなかで先駆植物であるケショウヤナギの新たな群落が形成され，侵食で部分的には失われながらも，大径木となるまで残存して，独特の山岳河川景観をつくり出してきた．

キーワード：河床、地形変化、植生変動、網状河道、梓川、日本アルプス
Keywords: riverbed, landform change, vegetation dynamics, braided channel, Azusa river, Japan Alps

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 103 1F

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)、座長:佐々木 明彦

山岳地域は低標高の人口密集域へ水資源を供給するとともに、多様な生態系を育む貴重な役割を担っている。近年の地球温暖化に伴う山岳域での環境変動の影響評価と緩和策を探るために、気候、地形・地質、水循環、物質循環、炭素循環、生物多様性など様々な分野の横断的研究セッションを開催する事を目的とする。

10:45 ~ 11:00

[MIS20-07] 福島第一原子力発電所事故後の福島県内山地源流域におけるトリチウム・フロン類を用いた地下水の年代推定

*榊原 厚一[1]、岩上 翔[2]、辻村 真貴[3]、安部 豊[4]、羽田 真奈美[5]、Pun Ishwar[6]、恩田 裕一[3,7] (1.信州大学理学部、2.森林総合研究所、3.筑波大学生命環境系、4.神奈川県自然環境保全センター、5.筑波大学生命環境科学研究科、6.明治大学、7.筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

11:00 ~ 11:15

[MIS20-08] 高木の樹高成長における水分生理学的適応

★招待講演

*東 若菜[1] (1.京都大学)

11:15 ~ 11:30

[MIS20-09] **高山植物コマクサにおける日本列島集団の遺伝構造とその形成過程に関する考察**

*尾崎 貴久[1]、松田 浩和、東城 幸治[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部理学科生物学コース)

11:30 ~ 11:45

[MIS20-10] 秋田駒ヶ岳北方の偽高山帯におけるオオシラビソ小林分の成立過程

*今野 明咲香[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS20-11] 越後山脈に分布するスギを含むマツ林の形成とその環境要因について

*安田 正次[1] (1.アジア航測株式会社)

12:00 ~ 12:15

[MIS20-12] 氷河上の雪氷微生物がアジア山岳域の高山生態系に与える影響：氷河から流出するクリオコナイトによる氷河後退域の土壌形成

★招待講演

*竹内 望[1]、塩向 雅斗[1] (1.千葉大学)

福島第一原子力発電所事故後の福島県内山地源流域におけるトリチウム・フロン類を用いた地下水の年代推定

Age dating of groundwater using tritium and CFCs in headwater catchments, Fukushima after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident

*榊原 厚一[1]、岩上 翔[2]、辻村 真貴[3]、安部 豊[4]、羽田 真奈美[5]、Pun Ishwar[6]、恩田 裕一[3,7]
*Koichi Sakakibara[1], Sho Iwagami[2], Maki Tsujimura[3], Yutaka Abe[4], Manami Hada[5], Ishwar Pun[6], Yuichi Onda[3,7]

1. 信州大学理学部、2. 森林総合研究所、3. 筑波大学生命環境系、4. 神奈川県自然環境保全センター、5. 筑波大学生命環境科学研究科、6. 明治大学、7. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター
1. Faculty of Science, Shinshu University, 2. Department of Disaster Prevention, Meteorology and Hydrology, Forestry and Forest Products Research Institute, 3. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 4. Natural Environment Conservation Center, Kanagawa, 5. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 6. Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Property, Meiji University, 7. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

Groundwater age is crucial information for understanding the continuum groundwater flow system from mountain to ocean. Headwaters are origins of the terrestrial hydrological cycle and therefore important areas to understand the water resources management, material cycle, and disaster prevention. After the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, concerns of radionuclide contamination of water resources have been elevated. However, the groundwater flow system including age information in radionuclide-contaminated headwaters in Japan has not been well clarified. Therefore, the objective of this study is to investigate the groundwater age and related radionuclide effect on the water resources by using multi-tracer approach in headwater catchments approximately 30 km north-west apart from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant. Periodical field surveys were conducted from May 2011 (2 months after the disaster) to November 2012. Tritium, chlorofluorocarbon (CFCs), and stable isotopes (oxygen and hydrogen) were used as environmental tracers.
Mean groundwater age in the study areas was estimated to be ranging from 10 to 26 years by combined use of multiple CFCs concentrations. The tritium concentration in groundwater was between 1.3 TU and 6.0 TU, which supported the estimated CFCs-based groundwater age. In addition, the governing groundwater flow system was approximated by a piston flow model; however, a modern water fraction was also suggested based on the relationship between CFC-11 and CFC-12. The estimated water age and isotopic signals among the stream water, spring water, and groundwater suggested an indication of the radionuclide intrusion into the groundwater. This is consistent with the monitored ^{137}Cs concentration in the groundwater (Iwagami et al., 2017). Modern water fractions with relatively high radionuclide concentrations into groundwater possibly cause the prolonged contamination of water resources.

キーワード：トリチウム、フロン類、地下水、源流域
Keywords: tritium, CFCs, groundwater age, headwater catchment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高木の樹高成長における水分生理学的適応
Hydraulic adaptation for tree height growth in tall tree species

*東 若菜[1]
*Wakana Azuma[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

山岳地域の主要な要素のひとつである森林生態系は、草原や砂漠や岩地と比較してその複雑な三次元構造が特徴の一つである。そして、その95%は地上からは到達できない林冠部が占めている（Lowman and Rinker 2004）。森林生態系において林冠部は光合成や蒸散や繁殖などの生命活動を担う場であり、多様な生物との相互作用の場である。そのような林冠部における研究は、近年の林冠へのアクセス手段の発展によって急速に進展してきた（中西ら　2018）。

“樹木がなぜ大きくなれるのか”という問いはシンプルながらも古くから議論が続いており、生理生態学的な研究が進められている。樹高成長に関わる要因がいくつか指摘されている中で、根から梢端の葉までの水輸送限界が主要因として考えられている（e.g. Ryan et al. 2006）。これは理論的研究を発端としている一方で、実際の高木がどれだけ根からの水輸送限界の影響を受けているかは直接測定されてこなかった。そこで、樹高100mを超す北米のセコイアメスギや樹高50mのスギにツリークライミングによってアクセスし、樹冠内の葉の水分生理に関する様々な性質を直接的に評価した。すると、梢端で想定される水不足の影響は見られず、梢端の葉の高い貯水性が明らかとなった。つまり、高木は梢端で生じる物理的な水輸送限界に対して、葉の高い貯水性によって補償するという適応的なメカニズムが示唆された（Ishii et al. 2014）。

この葉における高い貯水性はどのように実現されているのだろうか？葉内の組織構造と水の関係性について調べるために、夜明け前と日中に液体窒素を樹高50mのスギの樹冠へ持って上がって葉をその場で急速凍結し、実験室に持ち帰って凍ったままの切片を作成し、低温走査電子顕微鏡で観察した。その結果、維管束と葉肉組織の間に位置する、裸子植物に特有の移入組織が、スポンジのように可逆的に水を貯留したり収縮して放出したりしていることが明らかとなった。梢端の葉では、移入組織の細胞数が多く葉の貯水性を優先した組織構造によって高所の生理機能を維持しており、光合成に関わる組織との資源分配のトレードオフによって最大樹高が規定されることが示唆された（Azuma et al. 2016）。

また、赤外分光法を用いて、水の物理的性質に着目した、葉の水分保持のメカニズムの解明にむけて研究が行われている。顕微鏡と組み合わせて葉の横断面に適用することで、解剖学的手法だけでは評価が難しかった水や糖類の分布を定量化して可視化することができる。現在の植物生理学において水は一種類のものとして扱われているが、実際は水素結合距離の違いなどから様々な性質の水が存在することが、物理化学的研究において知られている。この研究では、得られたスペクトルから、水素結合距離の短い水が多糖類に保持されているという作業仮説が考えられた（Azuma et al. 2017）。

これらの報告は、“高木による水輸送限界への適応” という新たな観点を取り入れた針葉樹高木種における樹高成長メカニズムを示唆している。さらなる高木の生理生態の実態解明には、多角的視点から統括的な理解を目指すことが必要であると考える。

引用文献

Lowman MD, Rinker HB. 2004. Forest Canopies, Second Edition. Elsiver Academic Press, Oxford.

中西　晃, 東　若菜, 田中　美澄枝, 宮崎　祐子, 乾　陽子. 2018. 林冠生物学におけるツリークライミングの適用と展望. 日本生態学会誌 68: 125-139.

Ryan MG, Phillips N, Bond BJ. 2006. The hydraulic limitation hypothesis revisited. Plant, Cell & Environment **29**, 367–381.

Ishii HR, Azuma W, Kuroda K, Sillett SC. 2014. Pushing the limits to tree height: could foliar water storage compensate for hydraulic constraints in Sequoia sempervirens? Functional Ecology **28**,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1087–1093.

Azuma W, Ishii HR, Kuroda K, Kuroda K. 2016. Function and structure of leaves contributing to increasing water storage with height in the tallest Cryptomeria japonica trees of Japan. Trees **30**, 141–152.

Azuma W, Nakashima S, Yamakita E, Ishii HR, Kuroda K. 2017. Water retained in tall Cryptomeria japonica leaves as studied by infrared micro-spectroscopy. Tree Physiology **37**.

キーワード：水分生理、通水構造、林冠
Keywords: water relations, hydraulic architecture, canopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高山植物コマクサにおける日本列島集団の遺伝構造とその形成過程に関する考察

The molecular phylogenetic structure and biogeographic history of a alpine gravel environment specific plant *Dicentra peregrina* (Papaveraceae) in Japan

*尾崎 貴久[1]、松田 浩和、東城 幸治[2]
*Takahisa Ozaki[1], Hirokazu Matsuda, Koji Tojo[2]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 信州大学理学部理学科生物学コース
1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 2. Biology Department, Faculty of Science, Shinshu University

気候や地理地形・地質学的環境や地史は、生物の分布域を規定する要因として重要である。特に植物は動物と比較して分散に大きな制約があることから、気候変動の影響を受けやすく、氷期-間氷期サイクルにおける気候変動と分布域変遷の関連が議論されてきた。例えば、日本列島に生育する高山植物の多くは、氷期などの寒冷期に分布拡大し、間氷期の温暖化によって高山に取り残されたという過程が推定されている。対して、土壌の栄養量および岩屑の大きさや安定性などの地質条件は、植物の生育や分散を大きく制限することから、種構成や集団動態に影響を与えると考えられている。しかし、生育環境が生物の分布域変遷に与える影響について検討した事例はほとんどみられない。

コマクサ *Dicentra peregrina* は高山砂礫地に生育し、高山荒原植物群落を代表する植物である。 高山砂礫地は稜線上の活発に風化が起きている場所や火山の周囲に点在する撹乱の多い環境である。そのため、分布は強く制限され、高山植物のなかでも特に気象や地形・地質学的影響を強く受けていると考えられる。つまり、生育環境と分布域変遷の関係を検討するために適した種である。本研究では、コマクサの日本列島集団において分子系統地理学的解析および生態学的ニッチモデル解析を実施し、分布域変遷を推定した。

系統解析の結果、日本列島のコマクサは２つの主要な遺伝系統群で構成されており、その境界は北海道中部の大雪山系内に存在するという結果が得られた。また、北海道内において、本州の山岳と共通する遺伝系統群は、化雲岳周辺と富良野岳においてのみ検出され、他の山域からは北海道に固有の遺伝系統群が検出された。さらに、地質学的研究において、化雲岳および富良野岳は約70万年前までに形成されたと推定されているが、北海道に固有の遺伝系統群が検出された山域は約15万年前から形成されたことが示されている。これらの形成年代の違いは、氷期-間氷期サイクルにおける集団動態に影響を与え、古い山岳が間氷期のレフュジアとして機能したという可能性を示唆する。また、コマクサにみられた遺伝的構造は他の高山植物と大きく異なり、地史との関連が強いことが明らかとなった。以上のように、コマクサの分布域変遷は気候変動と地史の影響を強く受けており、生育環境の違いを反映していることが示された。

キーワード：系統地理学、高山植物、高山荒原、氷期-間氷期サイクル
Keywords: phylogeography, alpine Plant, alpine desert, glacial-interglacial cycles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田駒ヶ岳北方の偽高山帯におけるオオシラビソ小林分の成立過程
Formation process of small stands of *Abies mariesii* forest in pseudo-alpine zone on Mt. Akita-komagatake, northern Japan

*今野 明咲香[1]
*Asaka Konno[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

秋田駒ヶ岳では，本来亜高山帯針葉樹が成立する標高帯にササや灌木を主とする偽高山帯景観が広がっており，亜高山帯性針葉樹であるオオシラビソ林は小林分で存在する。守田（1985）の花粉分析の研究によると，秋田駒ヶ岳地域北部でオオシラビソの花粉が検出されるのが約600年前からであり，現在まで増加傾向にあることから，秋田駒ヶ岳地域における偽高山帯景観の成立は，オオシラビソ林が未だ分布拡大途上であることが要因と考えられている。今野（2015）では，よりミクロなオオシラビソ林の成立時期を検討するために，秋田駒ヶ岳北方のオオシラビソ小林分において植物珪酸体分析を行い，少なくとも500年前以降に成立したと推定した。このことから，この林分の樹齢構成には現在もオオシラビソ林成立の形跡が残っている可能性が高く，オオシラビソ林拡大の初期段階を把握できる重要な地域であると言える。

そこで本研究は，秋田駒ヶ岳北方のオオシラビソ小林分における胸高直径階分布から林分の更新過程を明らかにすることで，オオシラビソ小林分の成立過程を考察することを目的とする。

オオシラビソ小林分内において植生を分類し，それぞれの胸高直径階分布を作成した。オオシラビソ疎林では20 cmと30 cmにピークを持ち，より小さいサイズでは減少する。オオシラビソ密林では5 cmと30 cmにピークを持ち，10～25 cmの個体で減少する。オオシラビソ・ダケカンバ・ブナ林では，個体数が少なく特徴が見いだせなかった。

一般に，順調に更新が行われている林分では，胸高直径階分布はサイズが小さい個体ほど多く，大きくなるにつれて個体数が減少しL字型の分布を示す。しかし，本調査では小さい階級で減少する傾向が認められた。

この個体数の減少は，林分の成立が新しく現在林分を構成している胸高直径20～30 cmの世代の多くが種子を生産できる樹齢に達していないことと，これ以前に種子を生産できた個体がほとんどなかったことを反映していると考えられる。すなわち，胸高直径階20～30 cmの個体は細々と存在していた第一世代から生産された第二世代である可能性が高く，この林分は第二世代において急速に形成されたと考えられる。
この結果は，東北地方の多くの地域の花粉分析結果から認められるモミ属花粉の急増とも整合的であり，現在東北日本の亜高山帯一面に広がるオオシラビソ林は，急速に拡大して亜高山帯を代表する植生となったと推測される。

キーワード：オオシラビソ林、形成過程、秋田駒ヶ岳、偽高山帯
Keywords: Abies mariesii forest, formation process, Mt. Akita-komagatake, pseudo-alpine zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

越後山脈に分布するスギを含むマツ林の形成とその環境要因について
Distribution of the pinas forests including a Cryptomeria japonica and its environmental factors in Echigo mountain range.

*安田 正次[1]
*Masatsugu YASUDA[1]

1. アジア航測株式会社
1. Asia Air Survey Co., Ltd.

福島県会津地域南西部から新潟県東蒲原郡が接する地域には、天然生のスギが生育していることが知られている。

このスギは本名スギまたは三条スギと呼ばれる郷土品種として知られており（中元・渡部 1959）、緩やかな斜面ではブナと混交する林を形成し、尾根上ではキタゴヨウあるいはアカマツとの混生林を形成する。

スギとブナが混交した林分は秋田県を中心に日本海側で認められる（2018 越前谷）、一方スギとキタゴヨウもしくはアカマツと混交する林分は他の地域ではあまり認められず、この地域特有のものである。

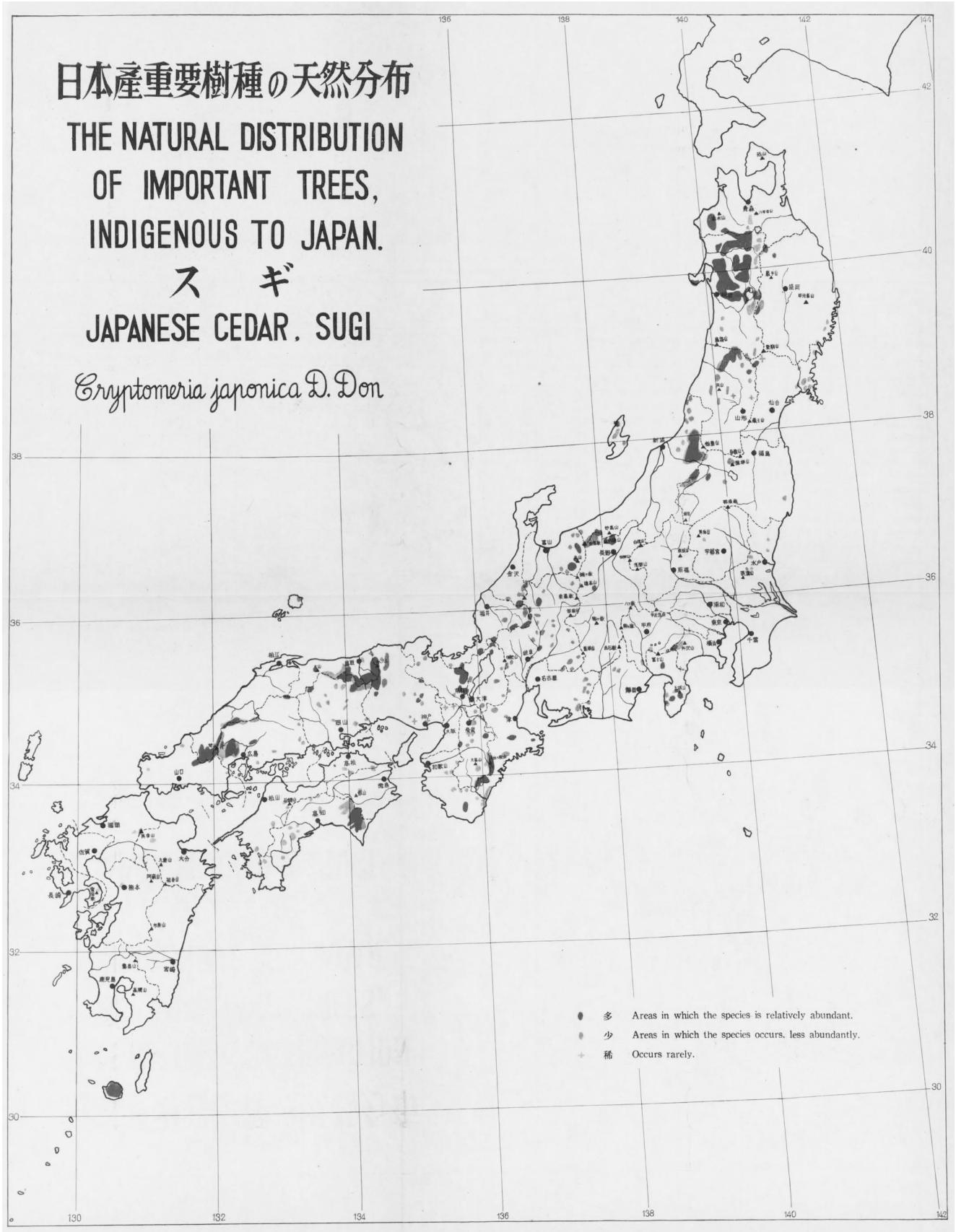
この地域の植生について松浦（2010）は「本地域の植生で最も特徴的といえるものは、豪雪による頻繁な雪崩により形成された低木林や草地からなる雪崩植生である。尾根脇の上部斜面の両側から低木林の雪崩植生となり、ヤセ尾根上にマツ林（キタゴヨウを主体とし、低標高地にはアカマツが混生）が線状（モヒカン刈り状）に残る。」として、積雪の影響によって形成された植生であることを示している。

ところで、筆者は昨年秋季を中心にこの地域において踏査を行い、このスギを含むマツ林が積雪傾度との関連性を持っていることに気がついた。また、植物の組み合わせの観点、つまり植物社会学的には日本の亜高山域に分布する「クロベ-キタゴヨウ林」との関連性が強いことも明らかとなった。

これらの関連性、つまり、植物社会学的特徴と積雪などの環境の地理的な関連性について、既存の植生調査データベースやメッシュ気候値を用いて解析を行い、その結果を報告する。

キーワード：天然スギ、越後山脈、御神楽岳、積雪傾度、植物社会学、植生調査データベース
Keywords: Natural Cryptomeria japonica, Echigo mountain range, Mt. Mikagura, Snow coverage, Phytosociology, Vegetation survey database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷河上の雪氷微生物がアジア山岳域の高山生態系に与える影響：氷河から流出するクリオコナイトによる氷河後退域の土壌形成
Roles of glacier microbes in alpine ecosystems of Asian high mountains: effect of cryoconite outflow on soil development in glacier forefields

*竹内 望[1]、塩向 雅斗[1]
*Nozomu Takeuchi[1], Masato Shiomuki[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

ユーラシア大陸中央部の広大な乾燥地帯には，天山山脈をはじめとする巨大な山岳地帯が発達している．その頂上部に数多くする存在する氷河は，周囲の乾燥地帯に融解水を供給し，地域の人間社会を始め高山生態系の水資源として重要な役割を果たしている．近年の温暖化による山岳氷河の縮小は，地域社会や生態系に大きな影響を与える可能性が高く，現在大きな注目を集めている．一年を通じて寒冷な環境である氷河上には，雪氷生物と呼ばれる特殊な生物群集が存在する．アジアの山岳氷河では，氷の表面でシアノバクテリアと呼ばれる光合成微生物が大量に繁殖し，クリオコナイトと呼ばれる微生物複合体を形成している．この雪氷微生物由来の有機物を含むクリオコナイトは，やがて融解水とともに氷河の外に流出する．しかし，氷河から流出したクリオコナイトが周囲の環境にどのような影響を及ぼすかについては，ほとんどわかっていなかった．中国天山山脈に位置するウルムチNo.1氷河で，氷河表面，流出河川, および周辺の地表面から採取した堆積物を分析したところ，氷河末端から1600 m下流の地点まで流出したクリオコナイト粒が堆積していることが明らかになった．さらに，氷河末端に近い流出河川沿いの平坦地では，クリオコナイトが広範囲にわたって深さ20 cm以上堆積していた．以上の結果は，山岳氷河は単に周囲の環境に融解水を供給するだけでなく，有機物も供給し山岳地帯の土壌形成に重要な役割を果たしていることを強く示唆している．いままでほとんど注目されることがなかった雪氷上の微生物群集は，アジアに限らず世界各地の山岳地の生態系に対して大きな影響力を持っている可能性がある．

キーワード：クリオコナイト、氷河後退域、天山山脈
Keywords: cryooconite, glacier forcefields, Tienshan Mountains

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 103 1F

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)、座長:奈良間 千之(新潟大学)

山岳地域は低標高の人口密集域へ水資源を供給するとともに、多様な生態系を育む貴重な役割を担っている。近年の地球温暖化に伴う山岳域での環境変動の影響評価と緩和策を探るために、気候、地形・地質、水循環、物質循環、炭素循環、生物多様性など様々な分野の横断的研究セッションを開催する事を目的とする。

13:45 ~ 14:00

[MIS20-13] 山岳地域における複数地点間の雪面熱収支特性の比較

*西村 基志[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合工学系研究科、2.国士舘大学文学部地理学教室、3.信州大学理学部)

14:00 ~ 14:15

[MIS20-14] 乗鞍岳東斜面における局地風系に及ぼす積雪の影響

*上原 元樹[1]、鈴木 啓助[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部)

14:15 ~ 14:30

[MIS20-15] **飛騨山脈における“雪崩涵養型”の氷河・多年性雪渓の質量収支**

*有江 賢志朗[1]、奈良間 千之[2]、福井 幸太郎[3]、飯田 肇[3] (1.新潟大学大学院自然科学研究科　、2.新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3.立山カルデラ砂防博物館)

14:30 ~ 14:45

[MIS20-16] 西穂高岳近郊で発生する雲海及び滝雲の発生形態
★招待講演

*粟澤 徹[1] (1.国立大学法人信州大学　理学部)

14:45 ~ 15:00

[MIS20-17] 阿蘇山西麓を吹走する局地風「まつぼり風」に関するレビューと展望
★招待講演

*松山 洋[1] (1.首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科)

15:00 ~ 15:15

[MIS20-18] **Two decades of mountain climate monitoring and research: lessons learned and future challenges.**

*Luis Duran[1,2,3]、Irene Rodríguez-Muñoz[1] (1.interMET Sistemas y Redes S.L.U. Madrid. Spain、2.Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación del Parque Nacional Sierra de Guadarrama. Madrid. Spain、3.Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid. Spain)

山岳地域における複数地点間の雪面熱収支特性の比較
Comparison of surface energy balance of seasonal snowcover for three sites in Japanese alpine region

*西村 基志[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3]
*Motoshi NISHIMURA[1], Akihiko SASAKI[2], Keisuke Suzuki[3]

1. 信州大学大学院総合工学系研究科、2. 国士舘大学文学部地理学教室、3. 信州大学理学部
1. Interdisciplinary Graduate school of Science and Technology, Shinshu University, 2. Department of Geography and environmental Studies, Kokushikan University, 3. Faculty of Science, Shinshu University

積雪や氷河の消耗過程に関する解析は，全球規模での気候変動に対する一つの指標となり，また，対象とされる雪氷圏は地球システムを理解する上でも非常に重要な領域の一つである．積雪の消耗過程に関する議論を行う際には，気象観測データを用いて積雪表面の熱収支を解析する手法が効果的であり，現在はこの手法が世界各地で広く用いられている．雪面熱収支の特徴は対象地域の気象条件に大きく影響を受けるため，その地点の気候や周辺の自然環境を反映しているとも考えられる．本発表では，日本の中部山岳地域における上高地，乗鞍高原および西穂高の3地点の雪面熱収支特性を明らかにし，日本の亜高山帯での季節積雪の消耗過程およびその特徴について発表する．

信州大学では自動気象観測装置を上高地 (1490 m a.s.l.)，乗鞍高原 (1590 m a.s.l.) および西穂高 (2355 m a.s.l.) に設置しており，2016/17年冬季において熱収支法を用いて雪面熱収支の解析を行った．乱流フラックスの解析にはバルク法を用いた．

3地点の熱収支特性で共通していたのは，短波放射収支が最も大きなエネルギー源であり，また，長波放射と潜熱フラックスによって積雪層が冷却されていた点である．これらの特徴は，気温が低く，空気が乾燥していると言われる大陸性気候の地域や，標高の高い山岳地域でよく見られる特徴であり，日本の豪雪地帯と呼ばれる日本海沿岸地域とは異なった特徴である．

一方，3地点の異なった熱収支特性が見られたのは，積雪消耗期後期の熱収支特性に関してである．西穂高では上高地と乗鞍に比べて積雪期が長く (6月まで)，消耗期後期の大気環境 (例えば，気温や比湿) および放射要素が他2地点とは異なる．それによって，西穂高では特異的な熱収支特性も見られた．

上記のように，地理的には近いが，異なる (または同じ) 標高帯での熱収支解析の比較を行うことにより，気象特性や地形などの周囲の環境による熱収支特性および，日本の亜高山帯での熱収支特性が明らかとなり，それぞれ類似した傾向と異なる傾向が見られた．今後は日本の積雪地における熱収支特性の地域特性に関する解析を進めることで，さらなる融雪プロセスへの理解を深める必要がある．

キーワード：融雪、山岳地域、雪面熱収支
Keywords: snow melt, alpine region, snow surface energy balance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

乗鞍岳東斜面における局地風系に及ぼす積雪の影響
The influence of snow for the local wind system on the east slope of Mt.Norikura

*上原 元樹[1]、鈴木 啓助[2]
*Genki Uehara[1], Keisuke Suzuki[2]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 信州大学理学部
1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University, 2. Department of Environmental Science, Faculty of Science, Shinshu University

本研究の対象である乗鞍岳（標高3026 m）の東斜面では，斜面上の雪面に影響されたと考えられる特異的な局地風系が現れる．一般的に，山岳斜面では夜間に斜面下降風や山風が吹き，日中に斜面上昇風や谷風が吹く．しかしながら，冬季から春季にかけての乗鞍岳東斜面では，日中にも関わらず，午後に斜面下降風が吹く特異的な風系が形成される．この風系の形成に対して山岳斜面の雪面が重要な役割を果たしている可能性がある．雪面温度は常に融点（0 ˚C）付近もしくはそれ以下であるため，気温がその温度を上回る時には大気から雪面への下向きの顕熱輸送が行われることとなる．下向きの顕熱によって冷却された雪面付近の空気によって斜面下降風が形成され，特に午後遅くや暖かい晴天日は顕著となる（Whiteman, 1999）．このような「雪面上で発生する斜面下降風」と「非雪面で発生する斜面上昇風」との相互作用の結果により，乗鞍岳東斜面では特異的な風系が形成されていると考えられる．

乗鞍岳を含む日本アルプスは世界的にも稀な多雪地帯として知られ，冬季には山岳地域に多量の雪が涵養される（鈴木，2013）．積雪に覆われた地表面は，裸地や植生帯とも異なる熱力学的に特徴的な状態を作り出し，山岳の大気環境に重大な影響を及ぼしていると予想されるが，観測網の不足等の理由から山岳の大気環境の実情は把握できていないのが現状である．そこで本研究では気象観測の実測値から山岳地域の風系と積雪との関連について報告する．

キーワード：山岳気象、熱的駆動風、雪
Keywords: mountains meteorological, thermally driven wind, snow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飛騨山脈における“雪崩涵養型”の氷河・多年性雪渓の質量収支

Mass balance of "Avalanche-accumulation type"glaciers and perennial snow patches in Hida mountain range.

*有江 賢志朗[1]、奈良間 千之[2]、福井 幸太郎[3]、飯田 肇[3]
*Kenshiro Arie[1], Chiyuki Narama[2], Kotaro FUKUI[3], Hajime IIDA[3]

1. 新潟大学大学院自然科学研究科　、2. 新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3. 立山カルデラ砂防博物館
1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2. Faculty of Science, Niigata University, 3. Tateyama Caldera Sabo Museum

飛騨山脈北部の現在の環境では，降雪量が融解量を超えることができないため，多年性雪渓の分布は吹きだまりや雪崩の地形効果による積雪があるところに限定される．日本の多年性雪渓の質量収支は，三角側量が可能な”吹きだまり涵養型”の多年性雪渓に限定されており，”雪崩涵養型”の氷河や多年性雪渓の質量収支は明らかでない．そこで，本研究では，セスナ空撮とSfMソフトを使用し，2015～2018年の飛騨山脈北部の氷河と多年性雪渓の質量収支を算出した．

2015年～2018年の氷河と雪渓の質量収支は，2015/2016年では全域が消耗域，2016/2017年では全域が涵養域，2017/2018年ではパッチ状に涵養域と消耗域が点在した．2015～2018年の融雪末期の中で最も氷河と多年性雪渓の規模が小さくなったのは，小雪年の2016年である．2016/2018年の高度変化を”吹きだまり涵養型”の多年性雪渓と”雪崩涵養型”の氷河・多年性雪渓を比較したところ，”雪崩涵養型”の氷河・多年性雪渓のほうが大きく涵養していた．

キーワード：氷河、多年性雪渓、質量収支、SfM、空撮
Keywords: glacier, perennial snow patch, mass balance, SfM, aerial photography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

西穂高岳近郊で発生する雲海及び滝雲の発生形態
Pattern of occurrence of sea of clouds and waterfall cloud near Mt.Nishihotakadake

*粟澤 徹[1]
*Toru Awazawa[1]

1. 国立大学法人信州大学　理学部
1. Faculty of Science, Shinshu University National University, Shinshu University Faculty of Science

槍・穂高連峰には3000m級の山々が連なり、またこの西南端に位置する西穂高岳から焼岳、乗鞍岳へと続く山稜も概ね2000mを超えている。大気境界層は温帯地方では1000m以内といわれているが、この地域では連なる山々によって岐阜県と長野県との大気境界層が分断される状況がしばしば発生する。このような状況下において日本海側から湿った空気が下層に流入すると、岐阜県側にせき止められる形となる。更に高気圧によって沈降性逆転層が形成される等の事象が発生すると、逆転層を境に層積雲が空を埋め尽くし、雲海が発生する。発生時の気象状況を解析した結果、下層の湿った空気の流入にいくつかのパターンがあることが分かった。また、生成された雲海が維持されるための下層湿りの供給と、消失時の日射の影響についても検証した。

また、西穂山荘付近において滝雲がしばしば発生するが、これは槍・穂高連峰から焼岳へと連なる稜線の中で西穂丸山ー焼岳間が最も低いことによるものである。この山域に見られる滝雲には二つのパターンがあることが分かった。ダイナミックなものは、雲海発生時に高気圧の弱まりや、下層の湿った空気の流入が強化される等の事象が加わることにより、雲海の高度が高まり、西穂丸山ー焼岳間から長野県側へと雲が溢れることによって発生する。小規模なものは、笠雲のように斜面に沿って上昇した空気が雲を作り、下降する際に消失することによって発生するものであるが、いずれにしても西穂丸山ー焼岳間の標高が低いことが、発生の大きな要因をなしている。

キーワード：槍・穂高連峰、雲海、滝雲、逆転層
Keywords: Mt.Yarigatake-Mt.Hotakadake mountain range, sea of clouds, waterfall cloud, inversion layer



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿蘇山西麓を吹走する局地風「まつぼり風」に関するレビューと展望
Review and prospect of strong local wind “Matsubori-kaze” blowing at the western foot of Mt. Aso.

*松山 洋[1]
*Hiroshi Matsuyama[1]

1. 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科
1. Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

要旨については，英文要旨を参照願います。

キーワード：阿蘇山、局地風、まつぼり風、阿蘇おろし、山岳気象観測
Keywords: Mt. Aso, local wind, Matsubori-kaze, Aso-oroshi, Meteorological observations in mountains

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two decades of mountain climate monitoring and research: lessons learned and future challenges.

*Luis Duran[1,2,3], Irene Rodríguez-Muñoz[1]

1. interMET Sistemas y Redes S.L.U. Madrid. Spain, 2. Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación del Parque Nacional Sierra de Guadarrama. Madrid. Spain, 3. Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid. Spain

During the last two decades several efforts have been made in order to have an accurate assessment of climatic conditions in a mountain area in Central Spain (Peñalara Massif). A combination of in-situ measurements, statistical analysis of historical data, use of re-analyses and high resolution modeling has been done in order to overcome the difficulties inherent in such a complex terrain. The first decade has been focused on the design and operation of a mountain observational network. After some efforts, the performance achieved was satisfactory. As a result, long and homogeneous records are now available for the first time. Also, valuable technical and operational information has been gained which helped in the re-design of the network which is now in operation. In the meantime, connections between mountain meteorological phenomena and synoptic forcing has been found using weather typing methods using total column water vapor flux fields from re-analyses. The interaction between regional scale advection of humidity and orography has been identified as the leading phenomena in terms of precipitation. This finally led to the application of an orographic precipitation model giving a high resolution assessment of precipitation at this mountain area which is coherent with in-situ observations. This database opens new horizons of research since it converts point measurements into spatial fields. This comprehensive approach for researching the climate of a mountain area has proven to be effective but also brings future challenges which will be discussed here.

Keywords: Mountain climate, Mountain meteorology, Mountain weather monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)

山岳地域は低標高の人口密集域へ水資源を供給するとともに、多様な生態系を育む貴重な役割を担っている。近年の地球温暖化に伴う山岳域での環境変動の影響評価と緩和策を探るために、気候、地形・地質、水循環、物質循環、炭素循環、生物多様性など様々な分野の横断的研究セッションを開催する事を目的とする。

[MIS20-P01] 天城火山南東部・白田川流域における更新世後期以降の段丘地形と地すべり地形の発達

*徳本 直生[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学、2.専修大学、3.日本ジオサービス)

[MIS20-P02] 中部山岳地域における気温と積雪深の変動

*鈴木 啓助[1]、佐々木 明彦[2] (1.信州大学理学部、2.国士舘大学文学部)

[MIS20-P03] 山形県月山の積雪中に見られた高密度のクマムシ

*小野 誠仁[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P04] 中部山岳地域における降水安定同位体比の変動要因

*桂川 司[1]、山中 勤[2]、佐々木 明彦[3]、黒雲 勇希[1]、西村 基志[1]、清水 啓紀[1]、鈴木 啓助[4] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.筑波大学生命環境系、3.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、4.信州大学理学部)

[MIS20-P05] 横尾岩小屋モレーンより低位置で発見された氷河性堆積物の可能性をもつ岩屑

*石橋 真那美[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学部、2.専修大学、3.日本ジオサービス株式会社)

[MIS20-P06] 白馬大雪渓周辺における近年の岩盤斜面の地形変化

*杉山 博崇[1]、奈良間 千之[2]、井上 公[3] (1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3.防災科学技術研究所)

[MIS20-P07] 乗鞍岳の源流域における大気沈着および表面流を介した化学物質の挙動

*清水 啓紀[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.国士舘大学文学部地理学教室、3.信州大学理学部)

[MIS20-P08] 飛騨山脈，立山カルデラの重力断層の過去55年間の活動状況

*福井 幸太郎[1]、飯田 肇[1] (1.立山カルデラ砂防博物館)

[MIS20-P09] 上高地・槍-穂高連峰の高山帯・亜高山帯山岳池沼における底生動物の集団構造と遺伝構造

*井上 恵輔[1]、東城 幸治[1] (1.国立大学法人信州大学理学部理学科生物学コース)

[MIS20-P10] 森林限界の樹木4種における細根系の水および炭素利用様式の解明

*矢原 ひかり[1]、東 若菜[2]、鎌倉 真依[2]、牧田 直樹[1] (1.信州大学総合理工学研究科、2.京都大学農学研究科)

[MIS20-P11] 可視　近赤外分光反射率画像を用いた樹木細根の樹種間差と根特性の評価

*谷川 夏子[1]、中路 達郎[3]、小畠 実和[2]、牧田 直樹[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部、3.北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

[MIS20-P12] 上高地における冷気湖形成の熱収支解析

*小山 紗莉[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学大学院総合工学系研究科、3.信州大学理学部)

[MIS20-P13] 9世紀後半に発生した赤石山地ドンドコ沢岩石なだれの堰き止め湖沼堆積物中における材化石群の発見とその意義

*木村 誇[1]、山田 隆二[1]、苅谷 愛彦[2] (1.防災科学技術研究所、2.専修大学)

[MIS20-P14] 大雪山国立公園においてどのような高山植物が訪問者を引き付けるのか

*雨谷 教弘[1]、豆野 皓太[1,2]、小熊 宏之[1]、久保 雄広[1] (1.国立環境研究所、2.北海道大学)

[MIS20-P15] 山形県月山における雪氷藻類による彩雪現象の時空間分布とその決定要因

*鈴木 拓海[1]、竹内 望[1]、高橋 翼[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P16] 山形県月山におけるセッケイカワゲラの種と食性に関する研究

*米地 梨紗子[1]、竹内 望[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P17] 2017年8月4日にラダック，アチナータン村で生じた氷河湖出水

早乙女 真穂[2]、*奈良間 千之[1]、櫻井 尚輝[2] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科)

[MIS20-P18] 空撮画像を用いたケニア山における最近の氷河変動

*奈良間 千之[1]、有江 賢志朗[2]、水野 一晴[3] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.京都大学大学院文学研究科)

天城火山南東部・白田川流域における更新世後期以降の段丘地形と地すべり地形の発達

Development of fluvial terraces and landslides since the late Pleistocene in the Shirata River basin, southeastern side of Amagi Volcano, Izu Peninsula, Japan

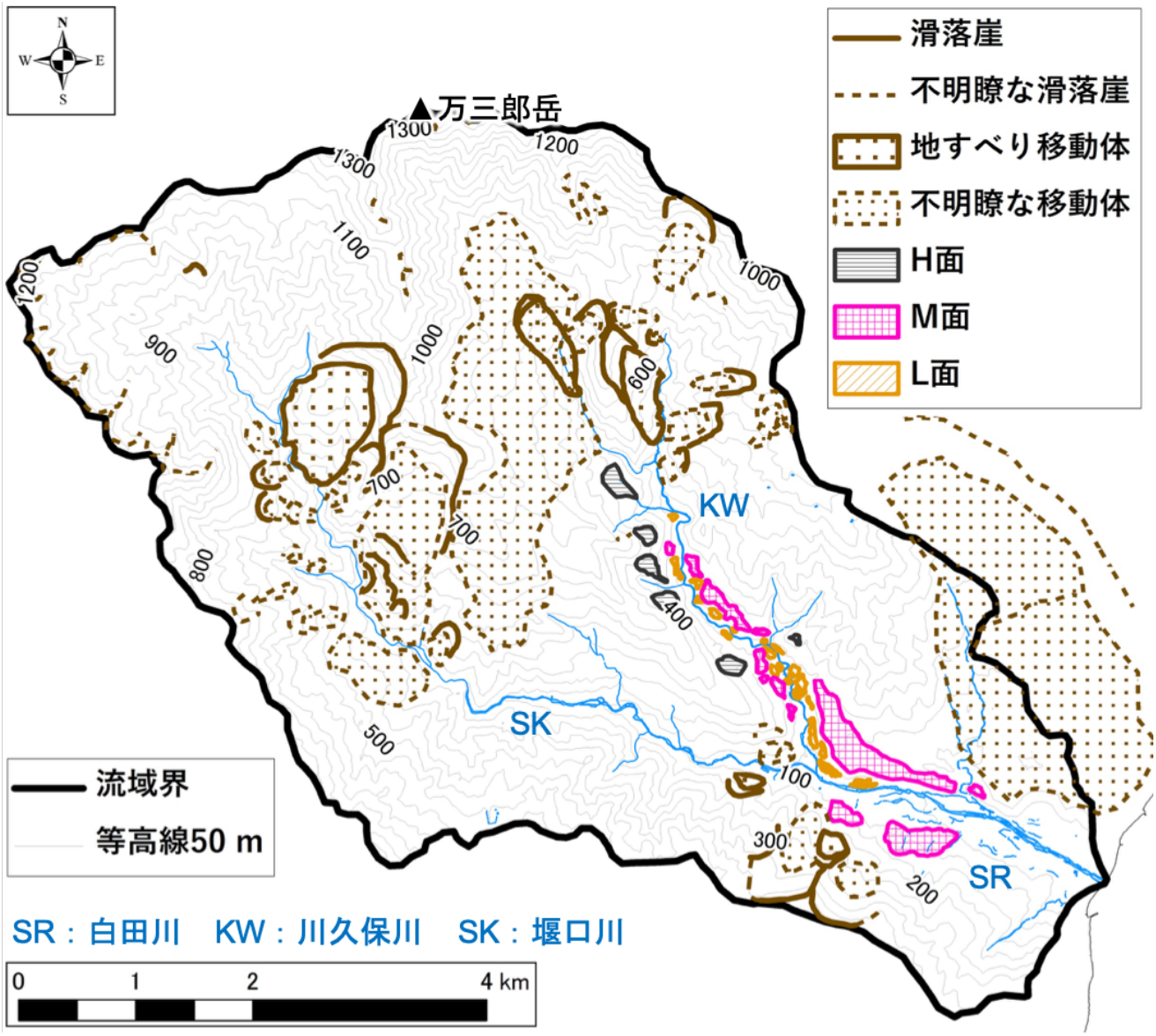
*徳本 直生[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3]
*Nao Tokumoto[1], Yoshihiko Kariya[2], Kuniyasu Mokudai[3]

1. 専修大学・学、2. 専修大学、3. 日本ジオサービス
1. Undegraduate, Senshu Univ., 2. Senshu Univ., 3. Japan Geoservice Inc.

伊豆半島の天城火山は，その南東麓を流れる白田川とその支流により著しく開析されている．白田川流域では段丘地形が発達し，最上流部には大規模地すべり移動体も分布する．本研究では，これらの地形の特性を明らかにし，最近数万年間の発達史を編んだ．【段丘地形】白田川河口から1.5〜5 km付近で段丘地形が特に発達する．段丘面は高位からH，MおよびL面に区分される．H面は現河床との比高が140〜150 m と大きいが，分布は狭い．段丘面構成層は確認中である．M面は比高50 m前後で，3面のうち面積が最も大きい．構成層は亜角礫・亜円礫を主とし，淘汰はきわめて悪い．L面は比高が数m〜30 mと小さく，面は細分可能である．構成層はM面と同様である．【地すべり地形】白田川支流の川久保川と堰口川の上流部に，それぞれ大規模地すべり移動体が分布する（1.9 km^2，9.5×$10^7$$m^3$および1.4 km^2，7.3×$10^7$$m^3$）．【地形編年】M面は東伊豆単成火山群・堰口スコリア丘から噴出したテフラ層(19 ka)や火山灰土に覆われる．このテフラ層の下位には段丘面構成層まで100 cm以上の風成層（約14 ky相当）が挟まれることから，M面の離水は33 ka頃かそれ以前と推定される．これは，M面の投影縦断面延長部が河口の数100 m上流で現海面以低となることと調和的である．【地形発達史】地形や構成層からみてM面は土石流性堆積段丘と判断される．L面はM面と同様の構成層をもつので，M面離水後に生じた侵食段丘である．段丘面の分布形態や傾斜方向から，M面の形成にあづかった土砂（土石流）の供給源は上流の地すべり地と考えるのが妥当である．白田川流域の地形発達史は次のようになる．1）天城火山の活動中から終了後にかけて，基盤岩と天城火山体を刻む深い開析谷が形成された．2）その際，谷の上流域で大規模地すべりが発生し，大量の不安定な土砂が生産された．3）土砂は土石流となって流下し，谷を埋めてM面を形成した．最終氷期後半の低海面期にあたる可能性がある．4）晩氷期以降，日本列島の多雨化，流域の土砂供給量の減少および海面の上昇に伴って白田川中流部で下刻が生じ，M面が段丘化した．5）下刻の進行でM面の下位にL面が形成された．6）川久保川に比べて堰口川で段丘の発達が乏しいのは，後者の方が土砂運搬量が少なかったことが主因であろう．同川上流の地すべりの発生年代が新しいことや，移動体の解体（二次移動）が不活発なことが想定される．

キーワード：最終氷期、堆積段丘、侵食段丘、地すべり、テフロクロノロジー
Keywords: the last glacial period, fill terrace, erosional terrace, landslide, tephrochronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部山岳地域における気温と積雪深の変動
Variation trends of air temperature and snow depth in the Japanese Alps

*鈴木 啓助[1]、佐々木 明彦[2]
*Keisuke Suzuki[1], Akihiko SASAKI[2]

1. 信州大学理学部、2. 国士舘大学文学部
1. Faculty of Science, Shinshu University, 2. Faculty of Literature, Kokushikan University

山岳地域は、温暖化などの地球規模での環境変動に敏感に反応する。そのため、地球温暖化の影響が山岳地域の気象に如何に影響するかを検討することは重要である。信州大学では、中部山岳地域の14カ所において気象観測を実施している。それによって得られたデータから、中部山岳地域における気温と積雪深の変動を報告する。

キーワード：地球温暖化、気象観測
Keywords: global warming, meteorological observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山形県月山の積雪中に見られた高密度のクマムシ
Abundant tardigrades found in snow pack in Mt.Gassan in Yamagata Prefecture, Japan

*小野 誠仁[1]
*MASATO ONO[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

クマムシは，緩歩動物門に分類される微小な無脊椎動物である．クマムシは極限環境耐性を持つことが知られており，体を小さな樽のように縮ませ無代謝状態(乾眠状態)になることで，高温や低温，高圧，放射線などに耐えることができる．山岳域からも生息が報告されており，日本では富士山や富山県の山岳をはじめとした，全国各地の山岳地のコケ中で報告されている．日本国内の高山帯では、冬の季節風の影響による多量の降雪がある．このような多雪地帯では，融雪期には藻類や昆虫類などの多様な生物が生息していることが明らかになっているが，積雪中のクマムシに関する報告はほとんどない．そこで本研究では，未だ報告の少ない日本国内の積雪中におけるクマムシの存在を明らかにすることを目的とした．

調査は山形県の月山の樹林帯で行った．月山は冬季に多量の積雪のある地域であり，日本有数の豪雪地帯である．調査は2018年4月から10月にかけて，積雪期に3回，無雪期に1回の計4回行った．樹林帯の積雪表面のサンプルを顕微鏡で観察した結果，ヤマクマムシ属のクマムシが多数含まれていることが明らかになった．積雪中からは，ヤマクマムシ属の1種のみが観察されたのに対し，積雪周辺の樹木のコケ中からはチョウメイムシ属の1種を含めた計2種が，秋の無雪期の樹木のコケ中にはさらに別の種を含めた計6種が観察された．このことは，積雪中で観察された1種は，低温環境で活動可能で，積極的に積雪中を生息場所とする種であることを示唆している．積雪中のクマムシの個体密度を求めた結果，雪氷藻類の繁殖する緑雪に個体が集中していることが明らかになった．クマムシは，藻類が含まれない白雪では全く観察されなかったのに対し，藻類が繁殖している緑雪では，平均7.1×10^{3} ind L^{-1}であった．クマムシの体長分布は5月から6月にかけて個体群全体で大きくなることを示し，クマムシの幼体は無雪期のコケ中でのみで観察された．以上のことから，このクマムシは，緑雪を形成する雪氷藻類を餌として積雪内で成長し，無雪期には樹木のコケ中で繁殖していると考えられる．このクマムシは，1年を通じてコケ中で生活する山岳地域のクマムシとは異なり，季節積雪を積極的に利用する生活史を持つ種であると考えられる．

キーワード：クマムシ、山岳地帯、積雪、樹林帯
Keywords: Tardigrada, mountain, snow, forest

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部山岳地域における降水安定同位体比の変動要因
Variation of stable isotope ratios of precipitation in the Japanese Alps Region

*桂川 司[1]、山中 勤[2]、佐々木 明彦[3]、黒雲 勇希[1]、西村 基志[1]、清水 啓紀[1]、鈴木 啓助[4]
*Tsukasa Katsuragawa[1], Tsutomu Yamanaka[2], Akihiko SASAKI[3], Yuki Kurokumo[1], Motoshi NISHIMURA[1], Shimizu Hironori[1], Keisuke Suzuki[4]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 筑波大学生命環境系、3. 国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、4. 信州大学理学部
1. Graduate School of Science and Technology,Shinshu University, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 3. Department of Geography and Environmental Studies, Kokushikan University, 4. Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

中部山岳地域の9地点（長野，松本，諏訪，大町，菅平，乗鞍，上高地，志賀高原，西穂高）において2011年1月から2016年12月にかけて１ヶ月ごとに降水試料採取をするとともに気象観測を行った．採取した水試料は実験室に持ち帰り安定同位体比分析を行い，D，^{18}Oを求め，さらにd-excessを算出した．^{18}Oは採取量による加重平均を行い月平均値とした．月平均値を求めて^{18}Oの季節変動を検討した結果，^{18}Oは春季と夏季にピークを示す2山型の変動を示した．空間的な変動を調べるため緯度，経度，標高と^{18}Oとの決定係数を算出した結果，4月から10月にかけて標高と明瞭な相関を示した．d-excessは冬に高く夏に低くなるというような季節変動を示した．また空間的な変動として，夏季は標高との相関が高くなり，冬季は経度の違いによる変動が主であった．また，この様な変動がもたらされる要因について考察する為，各地点での降水時の気温，降水量，持ち上げ凝結高度（LCL）と降水のδ^{18}Oとd-excessとの相関係数を算出して影響の強さを考察した．δ^{18}Oについては西穂高を除く8地点で気温と正の相関を示した．特に松本，菅平，大町，諏訪，長野の5地点では比較的高い値を示した．降水量との関係については大町，長野，西穂高を除く6地点で弱い負の相関を示した．LCLとの関係については概ね正の相関があり，諏訪，長野で特に高い相関係数が認められた．これらのことから降水中のδ^{18}Oに寄与しているのは気温が主であると考えられ，さらに松本，菅平，大町，諏訪，長野で相関が高かった事から都市部でその影響が強くなっている可能性がある．d-excessは気温，降水量に対し負の相関を示し，LCLとの間には特に有意な関係は認められなかった．特に気温との関係においては強い相関が見られたことから，d-excessの変動に対する寄与は主に気温であると考えられた．

キーワード：降水、同位体
Keywords: precipitation, isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

横尾岩小屋モレーンより低位置で発見された氷河性堆積物の可能性をもつ岩屑

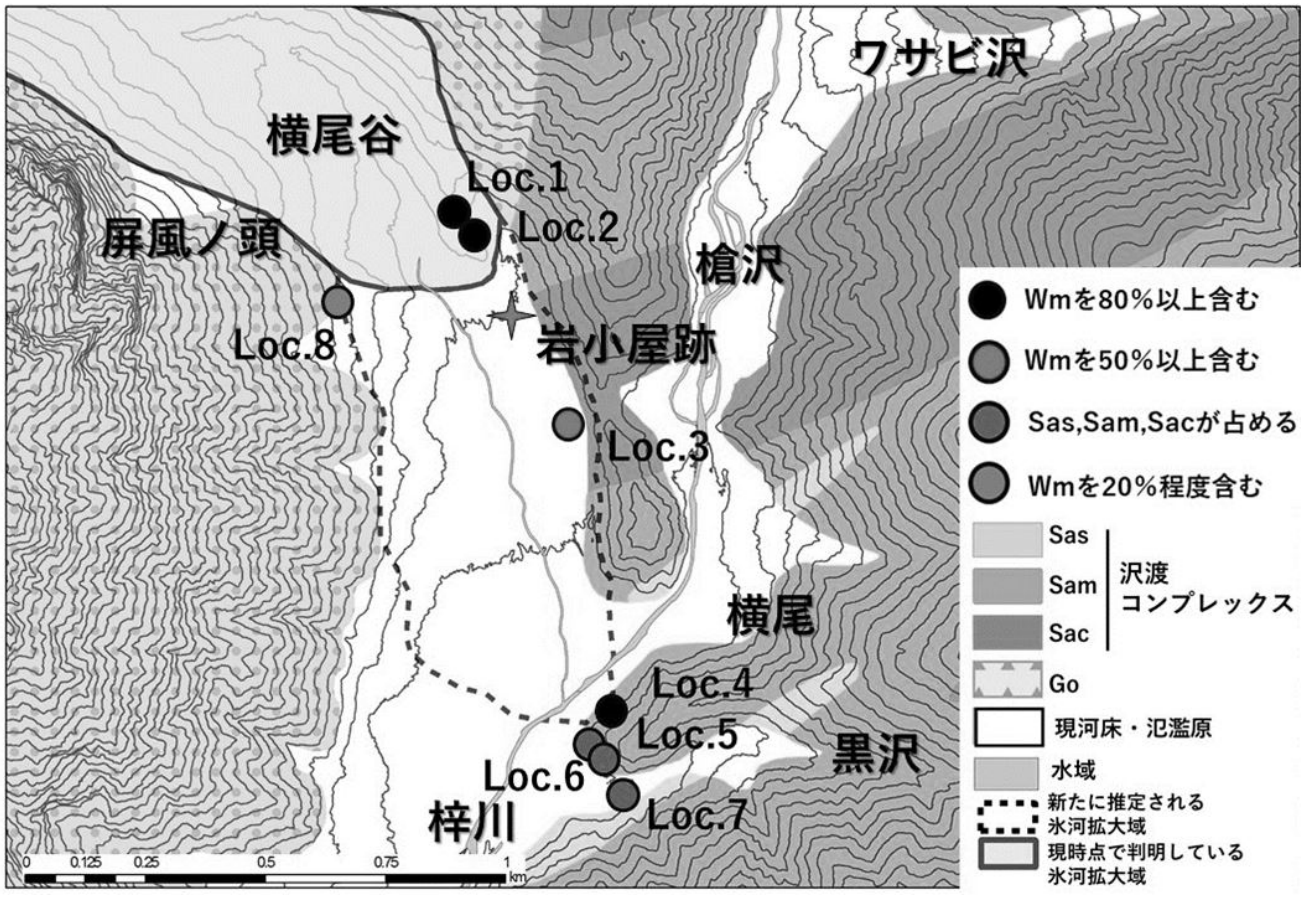
Probable glacier detritus found at downstream site of the Yokoo moraines in the northern Japanese Alps: its geological characteristics and implications

*石橋 真那美[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3]
*Manami Ishibashi[1], Yoshihiko Kariya[2], Kuniyasu Mokudai[3]

1. 専修大学・学部、2. 専修大学、3. 日本ジオサービス株式会社
1. Undergraduate Senshu Univ., 2. Senshu Univ., 3. Japan Geo serivice Inc.

北アルプス・梓川上流において従来知られていた山岳氷河の最前進位置は，五百澤智也が発見した横尾地区の通称「岩小屋モレーン（標高1700 m)」である．演者らは横尾地区で再調査を行い，この地域に全く分布しない火成岩類の礫からなる不淘汰岩屑を発見した．発見地点は岩小屋モレーンより水平距離で約1400 m，標高差で50 m低位側である．分布や円磨度・淘汰度からみて，この岩屑は氷河に運搬された可能性が高い．岩屑の堆積年代は未詳であるが，海洋酸素同位体ステージ4が有力である．その氷河は梓川源流の涸沢や横尾谷を流下し，現在の横尾小屋付近で槍沢を堰き止めていた可能性がある．

キーワード：氷河作用、最終氷期、更新世後期、ティル、日本アルプス
Keywords: glaciations, the Last Glacial age, late Pleistocene, till, Japanese Alps



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白馬大雪渓周辺における近年の岩盤斜面の地形変化
Recent Geomorphological changes of rock slopes in Hakuba-Daisekkei

*杉山 博崇[1]、奈良間 千之[2]、井上 公[3]
*Hirotaka Sugiyama[1], Chiyuki Narama[2], Hiroshi Inoue[3]

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3. 防災科学技術研究所
1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2. Faculty of Science, Niigata University, 3. National Reserch Institute for Earth Science and Disaster Resilience

白馬大雪渓は，白馬岳に通じる，年間1万人以上の登山者が通過する人気の登山ルートであるが，白馬岳と杓子岳の両岩壁に囲まれており，岩壁で生産される落石や崩落により毎年のように登山事故が起きている（小森, 2006）． 2005年8月には杓子岳北面の岩壁で崩落が生じ，2名の死傷者がでた（苅谷ほか，2008）．さらに2008年8月には大雪渓の左岸斜面で崩落が発生し，登山者2名が犠牲になっている．白馬大雪渓の落石分布はドローンによって調査されている．落石が雪渓上に集中して堆積する場所は決まっており，その季節ごとの礫数は，その年の積雪深により岩盤斜面が露出する時期で異なる（畠・奈良間，2017）．また，大雪渓周辺の落石や崩落で堆積した未固結堆積物は，土石流となり大雪渓表面を流下する事例も報告されている（松元ほか，1998 ; 石井・小疇，1999).

これら土砂移動に関わる地形災害を防ぐには，斜面変化の地形過程を詳細に調査し，そこで生じる岩盤変化や土砂移動の実態を把握することが重要である．そこで，本研究では，ドローンやセスナから取得した空撮画像とSfMソフトを用いて白馬大雪渓周辺の岩壁斜面の3次元地形モデルを作成し，岩盤の崩落箇所を抽出するとともに，その崩落の地形場の特徴を明らかにすることを試みた．また，白馬岳側と杓子岳側の雪渓上の落石を比較し，地質の異なる岩盤から生産された礫のサイズや分布について検討した．

杓子岳側の珪長岩の岩壁では，1976年～2018年の点群データの比較から，2005年に崩落が発生した岩壁の崩落箇所を特定した．2時期の斜面縦断プロファイルから，崩落箇所で，高さ約60m，厚さ約10mの斜面後退を確認した．さらに，この場所では，2016年～2018年の比較から，周囲よりも節理が密に発達した箇所で斜面は後退しており，後退した部分の上部はオーバーハングの形態である．また，岩盤の谷筋に堆積した礫の移動がみられ，谷筋の谷頭部では植生被覆の面積が変化していた．2005年の崩壊によって形成された岩盤基部の堆積提は，その後侵食されているのを確認した．

白馬岳側の珪長質凝灰岩の岩壁では，2011年～2018年の点群データの比較から，後退していた箇所を確認し，実際に2016年6月に現地で崩落を目撃した場所と一致した．また，植生が見られなかった砂礫地においても侵食を確認した．過去のドローン空撮画像をみると，この砂礫地は植物が生育する時期に雪が融け切らず残っている残雪砂礫地であった．杓子岳側谷斜面でみられた谷筋の侵食は，白馬岳側谷斜面では確認されなかった．

白馬岳側と杓子岳側ともに大雪渓上流部に堆積した礫は約２m以下で，礫のサイズ分布に差はないが，杓子岳側のほうが礫数はかなり多く，崖錐が形成されていた．

キーワード：落石、岩盤崩落、白馬大雪渓、空撮、SfM
Keywords: rockfall, rock failure, Hakuba-Daisekkei, aerial-photography, SfM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

乗鞍岳の源流域における大気沈着および表面流を介した化学物質の挙動
Behavior of inorganic ions in air deposition and surface runoff water in an alpine headwater catchment of Mt. Norikura

*清水 啓紀[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3]
*Hironori Shimizu[1], Akihiko Sasaki[2], Keisuke Suzuki[3]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 国士舘大学文学部地理学教室、3. 信州大学理学部
1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University , 2. Department of Geography and Environmental Studies, Kokushikan University, 3. Faculty of Science, Shinshu University

源流域に越年性雪渓を有する環境では，暖候期における融雪水が降水とともに下流域の生態系の水源として重要な役割を担うと考えられるが，水および溶存無機イオンが周氷河環境の高山帯から如何に流出するかについて，国内で観測された事例はない．本研究は，ⅰ）長期的な表面流の水質・水量観測による源流域での融雪・降雨イベントに対する表面流の応答性の解明，ⅱ）暖候期の大気沈着物の化学的特徴の解明による融雪後期の化学物質の大気沈着-地表面流去量の定量化，ⅲ）降雨イベントに対する水質の応答性に基づく地下水の流出過程の検討を目的として，中部山岳地域の乗鞍岳東側斜面の源流域にて2016-2018年に気象・水文調査を実施した．

降雨に対する表面流の応答は，降雨開始直後から表面流形成および流量ピークに至るまでそれぞれ概ね数時間であり，降雨時の地表面流出率は最大7%未満であった．これは周氷河性の岩屑斜面の浸透しやすさと，火山体の粘土層や火山灰層等の内部構造に沿った地下水流動および滲出により表面流が素早い応答性を有すると考えられる．暖候期の降雨および積雪の化学的特徴は，NOや非海塩起源のSO^2と強い相関をもつpHを示す酸性雨や，先行研究で示唆された「バックグラウンド黄砂」の乗鞍岳高山帯への影響を暗示した．また，8月以降の化学物質の大気沈着量と地表面流去量の算定結果について降水量の地表面流出率を考慮すると，Ca^2は大気沈着量に比べ地表面流去量が多量であり，Clの地表面流去量は大気沈着量に関連するとみられ，一方のNOおよびSO^2は相対的に大気沈着量が多量であることが明らかとなった． 地下水流出に関しては，降雨イベント時に酸素安定同位体比が－19‰を示す地表水が採取でき，これは観測期間中の無降雨時の地表水が示すδ^1O値（>－17）に比べ明瞭に小さかった．同年1月に乗鞍岳の標高2000m付近で採取した新雪試料の酸素同位体比が－19‰程度であったことから，融雪初期に涵養した融雪水が少なくとも10月まで地下に貯留され，降雨イベント中，一時的に表面流に寄与していると推定された．この地下水の流出過程は，越年生雪渓の融雪後期における地下水位の低下時に，降雨の浸透水または地下に封入された空気が地下水の押し出しを駆動していると推察される．

キーワード：源流域、大気沈着、越年性雪渓、渓流水質
Keywords: headwater catchment, air deposition, perennial snow patch, stream water chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飛騨山脈，立山カルデラの重力断層の過去55年間の活動状況
Activity of gravity faults in the Tateyama caldera, Hida Mountains, during the past 55 years

*福井 幸太郎[1]、飯田 肇[1]
*Kotaro FUKUI[1], Hajime IIDA[1]

1. 立山カルデラ砂防博物館
1. Tateyama Caldera Sabo Museum

日本を代表する巨大崩壊地である立山カルデラの北東縁に位置する室堂山（2668m）周辺には，深層崩壊の予兆現象と考えられる長さ300～500 mの重力断層が複数みられる．この重力断層は，藤井（1997）がカルデラの現成の崩壊地形を代表するものと記載していることや，断層を横切る登山道が年々カルデラ側へ移動していることから，今でも動いている可能性があるが，調査は行われていない．重力断層が大きく動いて深層崩壊が発生した場合，立山カルデラ内を流れる湯川上流部で河道閉塞が起こり，過去に発生したような決壊洪水による災害を富山平野にもたらす可能性がある．本研究では，重力断層周辺でGPS観測点を多数設置して断層の動きの精密な測量を行い，現在，安定しているのか動いているのかを確認した．また，1963、1977、1978、1985、1994、2000、2009，2018年の空中写真判読から過去55年間の重力断層の長さと幅の変化を明らかにした．

キーワード：重力断層、深層崩壊、立山カルデラ
Keywords: gravity fault, Deep-seated landslides, Tateyama Caldera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

上高地・槍-穂高連峰の高山帯・亜高山帯山岳池沼における底生動物の集団構造と遺伝構造

Community, population and genetic structures of benthic invertebrates in alpine and sub-alpine ponds of the Kamikochi area and the Yari-Hotaka Mountain Ranges

*井上 恵輔[1]、東城 幸治[1]
*Keisuke Inoue[1], Koji Tojo[1]

1. 国立大学法人信州大学理学部理学科生物学コース
1. Biology Department, Faculty of Science, Shinshu University

山岳域には、様々な起源をもつ池沼が点在しており、山岳生態系における重要なハビタットとしての役割を担っていると考えられる。例えば、陸生生物にとっての水飲み場としての機能もあれば、水生昆虫類にとっては貴重な生息ハビタットとしても利用されている。前述の通り、高山帯・亜高山帯の山岳池沼は多様な成因をもつことが特徴で、成因ごとに池沼環境は大きく異なると予想される。環境の相違は生物相の相違にも直結すると考えられるため、池沼の成因や環境が多様であることは山岳域の生物多様性創出に寄与している可能性がある。しかし、特に高山帯における山岳池沼の生物相に関する知見は乏しく、池沼の環境と生物多様性の関係に着目した研究はヨーロッパの高山岳域においては少数の研究事例があるものの、本邦においてはほとんど注目されてこなかった。

中部山岳域には堰止池や氷河池、火口池が存在し、山岳池沼の生物多様性と環境の関係を究明する上での好適地である。そこで本研究では、中部山岳域の上高地-槍・穂高連峰に注目し、水生昆虫相の調査と池沼環境そのものの関連性を追求した。調査の結果、得られたデータを比較・検討するとともにクラスター解析やNMDS解析、CCA解析を試行した。その結果、水生昆虫相のパターンにより、この山岳域の池沼は大きく4グループに区分された。このような水生昆虫相には標高や岸際の草本植物の現存量、池底の砂泥量などが影響していることが明らかとなった。

加えて、同グループに類型化された池沼間では、互いに環境要因が類似している傾向がみられた。これらの結果から、山岳池沼の水生昆虫相は池沼環境によって異なることが明らかとなり、多様な環境をもつ山岳池沼は山岳域の生物多様性創出に重要な役割をもつ可能性がある。これら群集生態学的な解析に加え、本研究では、これらの山岳池沼に生息する水生昆虫類が、どの程度移動分散しているのか？ にも注目し、移動や分散の方向性や強度などを種群ごとに検討するような遺伝子解析にも着手した。今回の発表では、その第一段階として調査池沼において比較的数多く採集されたオンダケトビケラ*Pseudostenophylax ondakensis*、アミメトビケラ*Oligotricha fluvipes*、マメゲンゴロウ*Agabus japonicus* を対象にし、DNAバーコーディング領域（mtDNA COI領域）の遺伝子解析を実施した。その結果、多くの種内系統が報告されているオンダケトビケラにおいては、調査対象とした池沼それぞれの系統を把握できたことに加え、今まで本地域（上高地・槍-穂高地域）では未検出であった系統の存在が確認された。また、マメゲンゴロウにおいては、北海道や長野県他地域と同系統の個体に加え、遺伝的には異なる系統の個体が一部の調査池沼に存在していることが明らかとなった。

キーワード：山岳池沼、生物多様性、群集生態学
Keywords: Alpine pond, Biodiversity, Community ecology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

森林限界の樹木4種における細根系の水および炭素利用様式の解明
Water and carbon use of fine root in four tree species at the forest limit

*矢原 ひかり[1]、東 若菜[2]、鎌倉 真依[2]、牧田 直樹[1]
*Hikari Yahara[1], Wakana Azuma[2], Mai Kamakura[2], Naoki Makita[1]

1. 信州大学総合理工学研究科、2. 京都大学農学研究科
1. Graduate School of Science and Technology Shinshu University, 2. Graduate School of Agriculture Kyoto University

細根は，樹木の生存に欠かせない養水分の吸収を担っている．山岳域における樹木の生存境界である森林限界は，低温，乾燥および冬季の土壌凍結などにより樹木にとって水利用が厳しい環境である．根は樹種の系統や共生菌の違いによって生存戦略が異なることが示唆されていることから，森林限界に生育する種間で水および炭素の利用における戦略の違いがあると考えた．本研究では，森林限界に生育する樹木の細根系の水吸収・輸送を解明するため，乗鞍岳の森林限界である標高2,500 mに優占する落葉広葉樹のナナカマド(*Sorbus commixta*)およびダケカンバ(*Betula ermanii*)，常緑針葉樹であるオオシラビソ(*Abies mariesii*)およびハイマツ(*Pinus pumila*)の細根系の透水性，日中の水ポテンシャル，呼吸，形態特性および解剖特性を評価した．4樹種の根透水性の値の範囲は1.17～4.02×10^{-4} m s^{-1} MPa^{-1}で有意な種間差がみられ，ハイマツが他の3樹種よりも有意に高かったことから，ハイマツは水を通しやすい根をもっていることが明らかになった．4樹種の日中の水ポテンシャル値の範囲は-0.20～-0.12 MPaであり，種間差はみられなかったが，日中の水ポテンシャルの最小値はハイマツの根で最も低かった．ハイマツの根は，P-V曲線法による予備的な調査結果から浸透調節能が高いことも示唆されており，日中水ポテンシャルを下げることで積極的に吸水を行っている可能性が考えられた．本発表では，根呼吸，根形態および根解剖特性と根水分特性の関係性も踏まえて考察する．

キーワード：水分生理、細根、透水性、日中水ポテンシャル、森林限界
Keywords: water relations, fine root, hydraulic conductivity, daytime water potential, forest limit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

可視近赤外分光反射率画像を用いた樹木細根の樹種間差と根特性の評価
Visible-near infrared spectral reflectance explains variations in fine root traits of woody species

*谷川 夏子[1]、中路 達郎[3]、小畠 実和[2]、牧田 直樹[2]
*Natsuko Tanikawa[1], Tatsuro Nakaji[3], Miwa Kobatake[2], Naoki Makita[2]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 信州大学理学部、3. 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
1. Graduate School of Science and technology, Shinshu University, 2. Faculty of Science, Shinshu University, 3. Field Science Center for Northern Biosphere

一般に可視-近赤外波長の連続分光反射率の測定は、植物体の色素や有機物などの化学組成や細胞の成長段階を反映するため、葉や果実において非破壊かつ多角的な評価を可能にしている。しかし森林土壌の物質循環に関わる樹木細根において連続分光反射率を用いた研究は少ない。本研究では、分光技術を細根研究に応用し、吸収機能や根寿命と関わる根特性と反射率の関係から、細根の反射率が表現する根の性質を明らかにすることを目的とした。対象樹種は、北海道大学苫小牧研究林における高木種の20樹種とした。対象木から根系を辿り、細根系を採取した。洗浄後、細根系を3直径階級(0-0.5mm、0.5-1.0mm、1.0-2.0mm)に分け、458-2391nm (4.1-5.8nm刻み、376バンド)の連続分光反射画像を撮影した。その後、各直径階で形態(平均直径、比根長、根組織密度)、化学(炭素、窒素濃度)および解剖(中心柱面積、皮層面積)を測定し、連続分光反射率との関係を解析した。20樹種の根系の連続分光反射率は、いずれの直径階級においても4つの山型のピークを持つ曲線を示した。458-1400nmの波長帯では、直径が大きいほど反射率が高い傾向がみられた。一般的に測定物質の厚みが増すほど反射率は高くなる傾向みられるが、樹種ごとに現れた反射率の変化の違いからも反射率は20樹種間でも異なった。さらに反射率と樹種間で異なる根特性の関係を考察し、分光技術による細根の多角的な評価を行う予定である。

キーワード：根直径、解剖、形態、化学
Keywords: root diameter, anatomy, morphology, chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

上高地における冷気湖形成の熱収支解析
Heat Balance Analysis of Cold Air Pool Formation in Kamikochi

*小山 紗莉[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3]
*Sayuri Koyama[1], Motoshi NISHIMURA[2], Keisuke Suzuki[3]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 信州大学大学院総合工学系研究科、3. 信州大学理学部
1. Graduate school of science and technorogy, Shinshu University, 2. Interdisciplinary Graduate school of Science and Technology, Shinshu university, 3. Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

上高地（1490 m），岳沢（1600 m，1700 m，1800 m），西穂高岳（2355 m）において，気象観測および熱収支解析を行い，冷気湖の形成機構について明らかにした．観測対象期間は2016年12月6日～2017年5月4日と2017年11月17日～2018年4月16日の上高地の積雪期である．

本研究ではDorninger *et al.*（2011）を参考に，観測期間に発生した冷気湖を，静穏な発達，遅い形成，早期の解消，混合イベント，短時間の全層の気温上昇，上層の乱れ，下層の乱れ，短時間の冷気湖，の8種類の冷気湖イベントに分類した．

冷気湖イベントが2017年4月に28回，2018年3月に27回発生した．しかし混合イベント，短時間の全層の気温上昇，上層・下層の乱れは2016/17年，2017/18年ともにほとんど発生しなかった．これは上高地が，乱流が発生しにくい地形であるためと考えられる．

静穏な発達，遅い形成，早期の解消は，冷気湖が形成された時間と解消された時間が異なった．これらは冷気湖が形成されている間，顕熱・潜熱フラックスは0 W m^{-2}であった．混合イベント，短時間の全層の気温上昇，上層の乱れは，冷気湖で発生した気温上昇の深さ，あるいはその気温の上昇量に差異があった．顕熱・潜熱フラックスについて混合イベントは5.0 W m^{-2}以上，短時間の全層の気温上昇は0.5 W m^{-2}以上，上層の乱れは0 W m^{-2}であった．下層の乱れは，盆地の底部付近において短時間の気温上昇が発生したイベントである．形成時間が6時間以内の冷気湖は短時間の冷気湖に分類された．これら冷気湖イベントは雲の発生と風による乱流の発生が大きく関与し，雲や風の発生時刻と継続時間，乱流の強度が主な要因と考えられる．

キーワード：冷気湖、熱収支
Keywords: Cold air pool, Heat balance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

9世紀後半に発生した赤石山地ドンドコ沢岩石なだれの堰き止め湖沼堆積物中における材化石群の発見とその意義

A finding of fossil trees buried in dammed-lake deposits formed by the Dondokosawa rock avalanche of the late 9th century in the Akaishi Mountains, and its significance

*木村 誇[1]、山田 隆二[1]、苅谷 愛彦[2]
*Takashi Kimura[1], Ryuji Yamada[1], Yoshihiko Kariya[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 専修大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Senshu University

赤石山地地蔵ヶ岳東面で発生した岩石なだれはドンドコ沢本川を3.6 km以上流下し，ドンドコ沢右支川と大棚沢の河道を閉塞して堰き止め湖沼を形成した（苅谷，2012；木村ほか，2018a）。これら2箇所の堰き止め湖沼・氾濫原堆積物中からは多数の材化石が発見された。Yamada *et al.*（2018）が酸素同位体比年代測定法を用いて材化石2個体（樹齢350年以上のヒノキ1個体と樹齢300年以上のツガ属1個体）の枯死年代を測定した結果，AD885年以降数年以内およびAD888年という年代値が得られた。これにより，ドンドコ沢岩石なだれは巨大海溝型地震の仁和地震が生じたAD887年か，その数年後以内に発生したことが明らかになりつつある。これらの材化石群の発見は，赤石山地周辺の古環境を知る上でも重要な意義をもつ。本発表では，先行研究（木村ほか，2018b, 2019）で同定した材化石試料41点の樹種組成により示された９世紀後半頃のドンドコ沢および大棚沢流域における古植生の特徴を報告する。

試料採取地はLLDおよびULDと命名した上述2箇所の堰き止め湖沼・氾濫原堆積物露頭である。LLDはドンドコ沢本川と大棚沢との合流点付近にあり，上流の集水面積は8.81 km^2，標高は1220～2780 mに及ぶ。ULDはドンドコ沢右支川の谷出口付近にあり，上流の集水面積は1.17 km^2，標高は1470～2630 mに及ぶ。2012年4月～2017年10月の期間に計41点（LLDで24点，ULDで17点）の材化石試料を採取し，各試料の樹種同定を行った。LLDで採取した試料24点には，ヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）8点，ツガ属（*Tsuga*）7点，サワラ（*Chamaecyparis pisifera*）3点，カバノキ属（*Betula*）2点，カラマツ（*Larix kaempferi*），モミ属（*Abies*），トウヒ属（*Picea*），サワグルミ（*Pterocarya rhoifolia*）各1点が含まれていた。ULDで採取した試料17点には，ツガ属（*Tsuga*）8点，モミ属（*Abies*）4点，カラマツ（*Larix kaempferi*），ヤナギ属（*Salix*）各2点，ツツジ属（*Rhododendron*）1点が含まれていた。ツガ属はLLDで7点，ULDで8点産出し，それぞれの地点における採取試料の約29～47%を占めていた。また，ULDで出現しなかったヒノキ属2種（ヒノキ，サワラ）がLLDでは計11点産出し，採取試料の約46%を占めていた。

以上は限られた試料数の中での結果だが，ドンドコ沢岩石なだれが発生した9世紀後半頃，LLDが形成された大棚沢では樹齢350年を超えるヒノキおよびツガ属優占の老齢林が成立しており，もう一方のULDが形成されたドンドコ沢右支川では樹齢300年を超えるツガ属優占の老齢林が成立していたことが推定される。隣接する2流域でヒノキ属2種の出現頻度に顕著な差があった点は，当時よりヒノキ属2種の分布が大棚沢流域にとどまり，ドンドコ沢上流域には及んでいなかった可能性を示すものである。

引用文献：苅谷（2012）地形33, 297-313；木村ほか（2018a）日本地すべり学会誌55, 42-52；木村ほか（2018b）2018年日本地球惑星科学連合大会 MGI25-P09；木村ほか（2019）第四紀研究58, 65-72；Yamada et al. (2018) Quaternary Geochronology 44, 47-54.

キーワード：赤石山地、岩石なだれ、堰き止め湖沼、材化石、古環境
Keywords: Akaishi Mountains, rock avalanche , dammed-lake, fossil trees, paleoenvironment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大雪山国立公園においてどのような高山植物が訪問者を引き付けるのか
What alpine plants attract visitors in the Daisetsuzan national park, northern, Japan?

*雨谷 教弘[1]、豆野 皓太[1,2]、小熊 宏之[1]、久保 雄広[1]
*Yukihiro Amagai[1], Kota Mameno[1,2], Hiroyuki Oguma[1], Takahiro Kubo[1]

1. 国立環境研究所、2. 北海道大学
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Hokkaido University

北海道の大雪山国立公園は年間約500万人の利用がある観光地で、その見どころの一つに広大なお花畑がある。高山植物は亜種・変種を含む365種（うち、日本固有種を27種含む）が生育するが、気候変動の影響により、過去数十年間でチシマザサ・ハイマツの顕著な増加や植物種・群落組成の変化が生じていることが報告されている。このような背景から、高山帯の多様性保全の為、保護区の選定・各植物種と植物群落ごとの脆弱性評価・その評価を踏まえた保護区における適応策の施行は急務の課題となっている。また、このような高山植物の衰退は観光業など地域経済に対しても打撃を与えうるため、生態学的知見のみならず、国立公園の訪問者や地域住民の選好を加味した適応策が求められる。そこで、本研究は高山植物の持つ観光資源としての価値を、保全のための一つの指標として組み込むための基盤情報として収集することを目的に、高山植物種に対する国立公園の訪問者の選好を明らかにした。

大雪山系の森林限界は標高約1400－1700ｍであるが、大雪山系最高峰の旭岳には山麓から標高1600mに位置する姿見駅まで手軽にアクセスできるロープウェイがあり、高山植物を手軽に観察できる観光地となっている。本研究では、姿見駅を訪問した全ての訪問者を対象として、興味を引いている植物種を明らかにするためのアンケート調査を実施した。調査票は、2018年8月の6日間で1201部配布し、後日郵送にて451部回収した。調査票には、植物の写真（20種）を掲載し、見たいと思う植物全てに〇をつけてもらったほか、大雪山国立公園への訪問経験（リピーターか否か）、性別、年齢、在住場所（道内外）についての設問を設置した。写真を掲載した植物種は、生育環境や生活形、花の色のばらつきを考慮し、代表的な高山植物18種（エゾコザクラ、エゾノハクサンイチゲ、チシマギキョウ、ワタスゲ、ホソバノウルップソウ、イワイチョウ、キバナシオガマ、エゾツツジ、チシマノキンバイソウ、チングルマ、コマクサ、イワブクロ、コエゾツガザクラ、ナガバノモウセンゴケ、エゾイワツメクサ、クモマユキノシタ、ミネハリイ、リシリリンドウ）と拡大が明らかとなっているハイマツ・チシマザサである。

分析の結果、本研究で扱った植物20種の選好順序は、最も高い方からチングルマ、リシリリンドウ、エゾコザクラとなり、最も低い方からミネハリイ、チシマザサ、ハイマツとなった。また、大雪山国立公園への訪問回数や個人属性の選好に対する影響に関して、リピーターは初めての訪問者よりもチングルマ・コマクサをより好む傾向があった。また、男性よりも女性の方が、若年層より高年層の方が、植物全体に対する選好が高い傾向が得られた。

次に、本研究で扱った植物20種の写真から、訪問者が興味を持つ高山植物の特徴を一般化するために、植物を花の形質（写真で花がついている15種）と全体の形質（20種）特徴に着目し、一般化線形モデル（GLM）の二項分布により解析を行った。その結果、花の形質においては、花序は扁平で、花数は少なく、色はピンク＞紫＞白≧黄色の植物において選好が高くなることがわかった。また、全体の形質においては、葉は光沢をもち、葉のサイズは小さく、植物高は低く、鋸歯が大きい植物が、訪問者からより好まれる傾向が得られた。

以上の結果から、訪問者は、高山植物の中でも特にチングルマを高く評価しており、チングルマは特に重要な観光資源であることが伺える。チングルマは東日本の高山帯に広く生育しており大雪山系の固有種ではない

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

が、本研究の結果より登山道沿いに大群落を形成するチングルマは、大雪山系のお花畑のイメージを代表しているといえる。さらに、チシマザサやハイマツが低評価であったことを踏まえると、リピーターの確保など国立公園における持続的な観光を考える上で、チシマザサとハイマツの拡大の影響を抑え、チングルマをはじめとする広域のお花畑の面積を維持することの必要性が示唆された。また、訪問者に好まれうる高山植物の特徴と、GLMによる形質の選好値から順位付けの結果より、背丈が低く・花数が少ないなどの特徴を選好していたことから、矮小な高山が訪問者の興味を引いていることが示唆された。一方で、このような観光資源として重要と考えられる種は、必ずしも希少で優先的な保全が必要な種とは一致していないこともわかった。このことから、観光資源と生物多様性のバランスを考えた保全が必要であることが明らかとなった。

キーワード：高山、人と植物の相互作用、選好、植物の形質、気候変動、保全
Keywords: Alpine, People-plant interactions, Preference, Plant morphology, Climate change, Conservation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山形県月山における雪氷藻類による彩雪現象の時空間分布とその決定要因
Spatio-temporal variations of algal snow in Mt. Gassan, Yamagata prefecture, Japan

*鈴木 拓海[1]、竹内 望[1]、高橋 翼[1]
*Suzuki Takumi[1], Nozomu Takeuchi[1], Tsubasa Takahashi[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

山形県の月山山麓の樹林帯の積雪では, 雪上で繁殖する藻類によって, 赤や黄, 緑色に彩られた雪がよく見られる．このような彩雪現象の色や分布は, 積雪表面の物理的または化学的条件が関与していると考えられている．例えば，南極の積雪では，栄養塩濃度が高い富栄養環境では緑色の色素を持つ藻類が繁殖し, 反対に貧栄養環境では赤色の色素を持つ藻類が繁殖するということが知られている. しかしながら，日本国内の山岳地域の彩雪現象の時空間分布とその決定要因については，まだわかっていない．そこで本研究では, 彩雪現象の分布とその要因を明らかにするために, 融雪期の月山の積雪において，藻類バイオマスやその種類，栄養塩濃度の季節変化と高度分布について調査を行った.

積雪の採取は, 2018年5月から6月の間, 月山の前山・姥ヶ岳の南側の尾根沿いの標高800mから1500mまでの7地点で2回にわたって行った．各場所で雪面から1cm程度までの積雪をランダムに一地点から適量採取した. 試料はワールパックに入れ, 研究室に持ち帰った後解凍した. 解凍した雪は, 蛍光光度計によってクロロフィル*a*量を，分光光度計によって抽出色素のスペクトルを，イオンクロマトグラフィー法によって溶存化学成分の測定を行った. また, 解凍した雪の一部は適宜顕微鏡で観察した.

姥ヶ岳南側の尾根沿いの高度別の調査の結果，５月は緑雪のみが観察され，６月になると森林限界よりも上部で赤雪，森林限界よりも下部で橙雪が多く見られた．サンプルから抽出した色素の吸光スペクトルを分析した結果，５月，６月ともに二種類の波形が見られた．５月はどのサイトでも，大きな吸収は見られなかった．一方，６月は，森林限界より上部と下部において波形がわかれ，どちらも５月に比べて大きな吸収が見られた．彩雪中の藻類バイオマスは5月から6月にかけて，標高の違いによらず増加した．藻類の繁殖に必要な栄養塩である，硝酸イオンとリン酸イオンの濃度は，標高による違いはなかったが，５月に比べて６月の濃度は低かった．以上の結果から，積雪表面の栄養塩濃度の低下，および樹木の有無が，繁殖する藻類に影響し，それぞれ異なる色の着色現象を引き起こしている可能性が示唆された．

キーワード：雪氷藻類
Keywords: snow algae

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山形県月山におけるセッケイカワゲラの種と食性に関する研究
Feeding of a wingless stonefly living on snow surface in Mt. Gassan, Yamagata prefecture, Japan

*米地 梨紗子[1]、竹内 望[1]
*Risako Yonechi[1], Nozomu Takeuchi[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

雪氷環境には，雪氷生物と呼ばれる寒冷環境に適応した特殊な生物で構成される生物群集が存在する．日本の積雪上では，雪氷藻類と呼ばれる光合成微生物が繁殖し，その生産に支えられた動物やバクテリアが生息している．その雪氷生物の一つ，セッケイカワゲラは，積雪上で活動する昆虫の一種である．この昆虫は，一般的なカワゲラと同じように幼虫は河川で過ごす水生昆虫であるが，成虫は翅を持たないという特徴をもち，冬から春にかけて積雪上に現れる．日本でみられるセッケイカワゲラは，形態的な分類よって1科2属（*Apteroperla*属，*Eocapnia*属）30種に分けられている．セッケイカワゲラは，複数の種が同時に同じ積雪上で活動することが報告されているが，種や属による活動域や活動時期，食物の違いなどの詳しい生態はまだ明らかになっていない．そこで本研究では，多雪地帯で知られる山形県月山の積雪上で活動するセッケイカワゲラについて，属や種による分布域および食性の違いについて明らかにすることを目的とした．

調査は2018年4月，5月，6月の各月に1回ずつ行った．月山山域の姥ヶ岳（標高1487m）頂上付近から月山スキー場周辺（標高1130m）および志津野営場（標高770m）にかけて，計13地点の積雪表面でセッケイカワゲラの採集を行った．採取個体は千葉大学に持ち帰った後，顕微鏡を用いて形態に基づく種同定を行った．その後，各個体は乾燥器を用いて60℃で24時間以上乾燥させ，乾燥重量で約0.3mgの脚・触覚・尾・頭部を用いて，炭素窒素安定同位体比の分析を行った．分析は地球研の元素分析計，安定同位体比質量分析計を用いて行った．

採取した雄50個体を2属に分類したところ，*Aperoperla*属は標高1000mよりも高い場所に、*Eocapnia*属は低い場所に分布していることが分かった．セッケイカワゲラのδ^{15}Nは，*Aperoperla*属と*Eocapnia*属では，有意な違いはなかった（1.10～0.95‰ versus -1.63～1.05‰）．このことは，2属の栄養段階はほぼ等しいことを示している．一方，δ^{13}Cも2属の平均に有意な違いはなかったが（-26.2‰ versus -25.7‰），*Aperoperla*属のδ^{13}Cは*Eocapnia*属に比べ，分散が小さいことが明らかになった（0.29‰ versus 3.00‰）．このことは，*Aperoperla*属は限られた食性を持つ一方，*Eocapnia*属は様々なものを食べる広い食性を持っていることを示唆している．

キーワード：昆虫、山岳域、雪氷生物学
Keywords: insect, alpine, ice biology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年8月4日にラダック，アチナータン村で生じた氷河湖出水
Drainage from glacial lake in Achinathang village, Ladakh Range on 4 August 2017

早乙女 真穂[2]、*奈良間 千之[1]、櫻井 尚輝[2]
Maho Saotome[2], *Chiyuki Narama[1], Naoki Sakurai[2]

1. 新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2. 新潟大学大学院自然科学研究科
1. Niigata University, Program of Field Research in the Environmental Sciences, 2. Graduate School of Science and Technology, Niigata University

インド北西部に位置するヒマラヤ西部のラダック山脈では，近年氷河湖からの出水で生じた洪水被害が多数報告されている．この地域の氷河湖は，巨大な氷河湖を有するヒマラヤ東部（ブータンとネパール東部）の氷河湖決壊洪水とは異なり，氷河湖は非常に小規模であるがその被害は大きい特徴をもつ．2017年8月4日，ラダック山脈北西部に位置するアチナータン谷において，大規模な土石流が発生した．当日の降雨はなく，数十回も及ぶ間欠性の段波が流下した瞬間を多くの村人が目撃した．この災害では，男女合わせ4名の死者がでており，橋の全壊，インダス川沿いの畑や店の沈水などの甚大な被害がでている．土石流の翌日に村人が氷河湖を訪れ，土石流の誘因は谷の上流に位置する氷河湖の出水であることはわかっているが，どのようにして出水し，大規模な土石流に発達したかという詳細な情報は不明である．そこで本研究では，現地調査（2017年と2018年）と衛星画像解析からアチナータン谷で発生した氷河湖出水と土石流の発生・発達の詳細を明らかにすることを試みた．

衛星画像解析の結果，氷河湖の面積は2016年11月14日に0.003km²であったが，2017年7月7日に0.012km^2，7月27日に0.022km^{2}まで拡大し，出水後の8月18日に0.01km^{2}まで減少している．2017年の春～初夏にかけて氷河湖の体積は162,000m^{3}増加し，そのうちの7割は7月7日～27日の20日間で増加しており，156,000m^{3}の湖水が出水した．現地調査では，氷河湖前面の埋没氷を含むモレーン内部に発達するアイストンネルを確認し，この氷河湖は短期間で拡大・出水した短命氷河湖であり，氷河前面のモレーン内部に発達したトンネルを通って湖水が出水していた．

キーワード：氷河湖、氷河湖決壊洪水、土石流、ラダック山脈
Keywords: glacial lake, glacial lake outburst flood (GLOF), debris flow, Ladakh Range

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

空撮画像を用いたケニア山における最近の氷河変動
Recent glacier variations at Mt. Kenya using aerial digital image

*奈良間 千之[1]、有江 賢志朗[2]、水野 一晴[3]
*Chiyuki Narama[1], kenshiro Arie[2], MIZUNO KAZUHARU[3]

1. 新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2. 新潟大学大学院自然科学研究科、3. 京都大学大学院文学研究科
1. Program of Field Research in the Environmental Sciences, Niigata University , 2. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 3. Graduate School of Letters, Kyoto University

アフリカの山腹氷河は，東アフリカのキリマンジャロ，ケニア山，ルウェンゾリ山に存在し，近年の温暖化の影響でこれら氷河は数十年後には消滅するであろうと予想されている．ケニア山の氷河は，1899年～2004年に18コのうち8コが消滅しており（Hastenrath, 2005)，2018年の氷河台帳では氷河の数は9コとされている（Prinz et al., 2018）．ケニア山の氷河研究はルイス氷河を中心におこなわれており，この氷河は，19世紀後半と1934年に地図化され，1979年～1996年と2010年～2014年に質量収支の観測がおこなわれている．ルイス氷河の体積は，1934年～2010年の76年間で90%減少している．面積変化は各氷河で求められているが，体積変化の報告はルイス氷河に限定されている．本研究では，ケニア山の全ての氷河を対象に，2016年のPleiadesと，2017年と2018年にセスナから空撮したデジタル画像から３D地形モデルを作成し，これら地形モデルを比較することで最近の氷河の質量収支を求めた．

キーワード：氷河変動、質量収支、空撮画像、ケニア山
Keywords: glacier variations, mass balance, aerial digital image, Mt. Kenya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[M-IS20] 山の科学

コンビーナ:鈴木 啓助(信州大学理学部)、苅谷 愛彦(専修大学文学部環境地理学科)、佐々木 明彦(国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース)、奈良間 千之(新潟大学理学部理学科)

山岳地域は低標高の人口密集域へ水資源を供給するとともに、多様な生態系を育む貴重な役割を担っている。近年の地球温暖化に伴う山岳域での環境変動の影響評価と緩和策を探るために、気候、地形・地質、水循環、物質循環、炭素循環、生物多様性など様々な分野の横断的研究セッションを開催する事を目的とする。

[MIS20-P01] 天城火山南東部・白田川流域における更新世後期以降の段丘地形と地すべり地形の発達

*徳本 直生[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学、2.専修大学、3.日本ジオサービス)

[MIS20-P02] 中部山岳地域における気温と積雪深の変動

*鈴木 啓助[1]、佐々木 明彦[2] (1.信州大学理学部、2.国士舘大学文学部)

[MIS20-P03] 山形県月山の積雪中に見られた高密度のクマムシ

*小野 誠仁[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P04] 中部山岳地域における降水安定同位体比の変動要因

*桂川 司[1]、山中 勤[2]、佐々木 明彦[3]、黒雲 勇希[1]、西村 基志[1]、清水 啓紀[1]、鈴木 啓助[4] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.筑波大学生命環境系、3.国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、4.信州大学理学部)

[MIS20-P05] 横尾岩小屋モレーンより低位置で発見された氷河性堆積物の可能性をもつ岩屑

*石橋 真那美[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3] (1.専修大学・学部、2.専修大学、3.日本ジオサービス株式会社)

[MIS20-P06] 白馬大雪渓周辺における近年の岩盤斜面の地形変化

*杉山 博崇[1]、奈良間 千之[2]、井上 公[3] (1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2.新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3.防災科学技術研究所)

[MIS20-P07] 乗鞍岳の源流域における大気沈着および表面流を介した化学物質の挙動

*清水 啓紀[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.国士舘大学文学部地理学教室、3.信州大学理学部)

[MIS20-P08] 飛騨山脈，立山カルデラの重力断層の過去55年間の活動状況

*福井 幸太郎[1]、飯田 肇[1] (1.立山カルデラ砂防博物館)

[MIS20-P09] 上高地・槍-穂高連峰の高山帯・亜高山帯山岳池沼における底生動物の集団構造と遺伝構造

*井上 恵輔[1]、東城 幸治[1] (1.国立大学法人信州大学理学部理学科生物学コース)

[MIS20-P10] 森林限界の樹木4種における細根系の水および炭素利用様式の解明

*矢原 ひかり[1]、東 若菜[2]、鎌倉 真依[2]、牧田 直樹[1] (1.信州大学総合理工学研究科、2.京都大学農学研究科)

[MIS20-P11] 可視　近赤外分光反射率画像を用いた樹木細根の樹種間差と根特性の評価

*谷川 夏子[1]、中路 達郎[3]、小畠 実和[2]、牧田 直樹[2] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学理学部、3.北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)

[MIS20-P12] 上高地における冷気湖形成の熱収支解析

*小山 紗莉[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3] (1.信州大学大学院総合理工学研究科、2.信州大学大学院総合工学系研究科、3.信州大学理学部)

[MIS20-P13] 9世紀後半に発生した赤石山地ドンドコ沢岩石なだれの堰き止め湖沼堆積物中における材化石群の発見とその意義

*木村 誇[1]、山田 隆二[1]、苅谷 愛彦[2] (1.防災科学技術研究所、2.専修大学)

[MIS20-P14] 大雪山国立公園においてどのような高山植物が訪問者を引き付けるのか

*雨谷 教弘[1]、豆野 皓太[1,2]、小熊 宏之[1]、久保 雄広[1] (1.国立環境研究所、2.北海道大学)

[MIS20-P15] 山形県月山における雪氷藻類による彩雪現象の時空間分布とその決定要因

*鈴木 拓海[1]、竹内 望[1]、高橋 翼[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P16] 山形県月山におけるセッケイカワゲラの種と食性に関する研究

*米地 梨紗子[1]、竹内 望[1] (1.千葉大学)

[MIS20-P17] 2017年8月4日にラダック，アチナータン村で生じた氷河湖出水

早乙女 真穂[2]、*奈良間 千之[1]、櫻井 尚輝[2] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科)

[MIS20-P18] 空撮画像を用いたケニア山における最近の氷河変動

*奈良間 千之[1]、有江 賢志朗[2]、水野 一晴[3] (1.新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2.新潟大学大学院自然科学研究科、3.京都大学大学院文学研究科)

天城火山南東部・白田川流域における更新世後期以降の段丘地形と地すべり地形の発達

Development of fluvial terraces and landslides since the late Pleistocene in the Shirata River basin, southeastern side of Amagi Volcano, Izu Peninsula, Japan

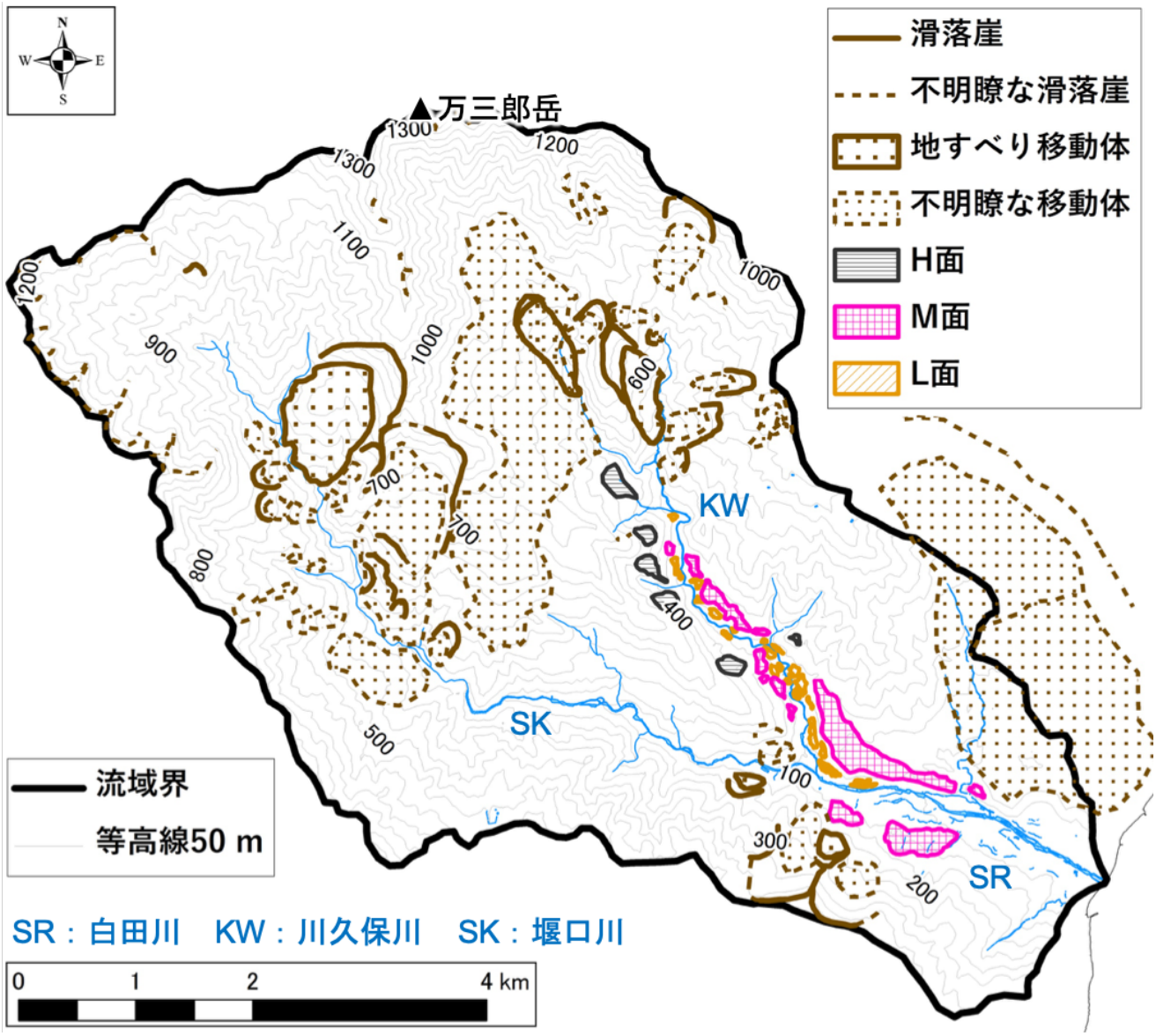
*徳本 直生[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3]
*Nao Tokumoto[1], Yoshihiko Kariya[2], Kuniyasu Mokudai[3]

1. 専修大学・学、2. 専修大学、3. 日本ジオサービス
1. Undegraduate, Senshu Univ., 2. Senshu Univ., 3. Japan Geoservice Inc.

伊豆半島の天城火山は，その南東麓を流れる白田川とその支流により著しく開析されている．白田川流域では段丘地形が発達し，最上流部には大規模地すべり移動体も分布する．本研究では，これらの地形の特性を明らかにし，最近数万年間の発達史を編んだ．【段丘地形】白田川河口から1.5〜5 km付近で段丘地形が特に発達する．段丘面は高位からH，MおよびL面に区分される．H面は現河床との比高が140〜150 m と大きいが，分布は狭い．段丘面構成層は確認中である．M面は比高50 m前後で，3面のうち面積が最も大きい．構成層は亜角礫・亜円礫を主とし，淘汰はきわめて悪い．L面は比高が数m〜30 mと小さく，面は細分可能である．構成層はM面と同様である．【地すべり地形】白田川支流の川久保川と堰口川の上流部に，それぞれ大規模地すべり移動体が分布する（1.9 km^2，9.5×$10^7$$m^3$および1.4 km^2，7.3×$10^7$$m^3$）．【地形編年】M面は東伊豆単成火山群・堰口スコリア丘から噴出したテフラ層(19 ka)や火山灰土に覆われる．このテフラ層の下位には段丘面構成層まで100 cm以上の風成層（約14 ky相当）が挟まれることから，M面の離水は33 ka頃かそれ以前と推定される．これは，M面の投影縦断面延長部が河口の数100 m上流で現海面以低となることと調和的である．【地形発達史】地形や構成層からみてM面は土石流性堆積段丘と判断される．L面はM面と同様の構成層をもつので，M面離水後に生じた侵食段丘である．段丘面の分布形態や傾斜方向から，M面の形成にあづかった土砂（土石流）の供給源は上流の地すべり地と考えるのが妥当である．白田川流域の地形発達史は次のようになる．1）天城火山の活動中から終了後にかけて，基盤岩と天城火山体を刻む深い開析谷が形成された．2）その際，谷の上流域で大規模地すべりが発生し，大量の不安定な土砂が生産された．3）土砂は土石流となって流下し，谷を埋めてM面を形成した．最終氷期後半の低海面期にあたる可能性がある．4）晩氷期以降，日本列島の多雨化，流域の土砂供給量の減少および海面の上昇に伴って白田川中流部で下刻が生じ，M面が段丘化した．5）下刻の進行でM面の下位にL面が形成された．6）川久保川に比べて堰口川で段丘の発達が乏しいのは，後者の方が土砂運搬量が少なかったことが主因であろう．同川上流の地すべりの発生年代が新しいことや，移動体の解体（二次移動）が不活発なことが想定される．

キーワード：最終氷期、堆積段丘、侵食段丘、地すべり、テフロクロノロジー
Keywords: the last glacial period, fill terrace, erosional terrace, landslide, tephrochronology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部山岳地域における気温と積雪深の変動
Variation trends of air temperature and snow depth in the Japanese Alps

*鈴木 啓助[1]、佐々木 明彦[2]
*Keisuke Suzuki[1], Akihiko SASAKI[2]

1. 信州大学理学部、2. 国士舘大学文学部
1. Faculty of Science, Shinshu University, 2. Faculty of Literature, Kokushikan University

山岳地域は、温暖化などの地球規模での環境変動に敏感に反応する。そのため、地球温暖化の影響が山岳地域の気象に如何に影響するかを検討することは重要である。信州大学では、中部山岳地域の14カ所において気象観測を実施している。それによって得られたデータから、中部山岳地域における気温と積雪深の変動を報告する。

キーワード：地球温暖化、気象観測
Keywords: global warming, meteorological observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山形県月山の積雪中に見られた高密度のクマムシ
Abundant tardigrades found in snow pack in Mt.Gassan in Yamagata Prefecture, Japan

*小野 誠仁[1]
*MASATO ONO[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

クマムシは，緩歩動物門に分類される微小な無脊椎動物である．クマムシは極限環境耐性を持つことが知られており，体を小さな樽のように縮ませ無代謝状態(乾眠状態)になることで，高温や低温，高圧，放射線などに耐えることができる．山岳域からも生息が報告されており，日本では富士山や富山県の山岳をはじめとした，全国各地の山岳地のコケ中で報告されている．日本国内の高山帯では、冬の季節風の影響による多量の降雪がある．このような多雪地帯では，融雪期には藻類や昆虫類などの多様な生物が生息していることが明らかになっているが，積雪中のクマムシに関する報告はほとんどない．そこで本研究では，未だ報告の少ない日本国内の積雪中におけるクマムシの存在を明らかにすることを目的とした．

調査は山形県の月山の樹林帯で行った．月山は冬季に多量の積雪のある地域であり，日本有数の豪雪地帯である．調査は2018年4月から10月にかけて，積雪期に3回，無雪期に1回の計4回行った．樹林帯の積雪表面のサンプルを顕微鏡で観察した結果，ヤマクマムシ属のクマムシが多数含まれていることが明らかになった．積雪中からは，ヤマクマムシ属の1種のみが観察されたのに対し，積雪周辺の樹木のコケ中からはチョウメイムシ属の1種を含めた計2種が，秋の無雪期の樹木のコケ中にはさらに別の種を含めた計6種が観察された．このことは，積雪中で観察された1種は，低温環境で活動可能で，積極的に積雪中を生息場所とする種であることを示唆している．積雪中のクマムシの個体密度を求めた結果，雪氷藻類の繁殖する緑雪に個体が集中していることが明らかになった．クマムシは，藻類が含まれない白雪では全く観察されなかったのに対し，藻類が繁殖している緑雪では，平均7.1×10^{3} ind L^{-1}であった．クマムシの体長分布は5月から6月にかけて個体群全体で大きくなることを示し，クマムシの幼体は無雪期のコケ中でのみで観察された．以上のことから，このクマムシは，緑雪を形成する雪氷藻類を餌として積雪内で成長し，無雪期には樹木のコケ中で繁殖していると考えられる．このクマムシは，1年を通じてコケ中で生活する山岳地域のクマムシとは異なり，季節積雪を積極的に利用する生活史を持つ種であると考えられる．

キーワード：クマムシ、山岳地帯、積雪、樹林帯
Keywords: Tardigrada, mountain, snow, forest

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中部山岳地域における降水安定同位体比の変動要因
Variation of stable isotope ratios of precipitation in the Japanese Alps Region

*桂川 司[1]、山中 勤[2]、佐々木 明彦[3]、黒雲 勇希[1]、西村 基志[1]、清水 啓紀[1]、鈴木 啓助[4]
*Tsukasa Katsuragawa[1], Tsutomu Yamanaka[2], Akihiko SASAKI[3], Yuki Kurokumo[1], Motoshi NISHIMURA[1], Shimizu Hironori[1], Keisuke Suzuki[4]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 筑波大学生命環境系、3. 国士舘大学文学部史学地理学科　地理・環境コース、4. 信州大学理学部
1. Graduate School of Science and Technology,Shinshu University, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 3. Department of Geography and Environmental Studies, Kokushikan University, 4. Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

中部山岳地域の9地点（長野，松本，諏訪，大町，菅平，乗鞍，上高地，志賀高原，西穂高）において2011年1月から2016年12月にかけて１ヶ月ごとに降水試料採取をするとともに気象観測を行った．採取した水試料は実験室に持ち帰り安定同位体比分析を行い，D，^{18}Oを求め，さらにd-excessを算出した．^{18}Oは採取量による加重平均を行い月平均値とした．月平均値を求めて^{18}Oの季節変動を検討した結果，^{18}Oは春季と夏季にピークを示す2山型の変動を示した．空間的な変動を調べるため緯度，経度，標高と^{18}Oとの決定係数を算出した結果，4月から10月にかけて標高と明瞭な相関を示した．d-excessは冬に高く夏に低くなるというような季節変動を示した．また空間的な変動として，夏季は標高との相関が高くなり，冬季は経度の違いによる変動が主であった．また，この様な変動がもたらされる要因について考察する為，各地点での降水時の気温，降水量，持ち上げ凝結高度（LCL）と降水のδ^{18}Oとd-excessとの相関係数を算出して影響の強さを考察した．δ^{18}Oについては西穂高を除く8地点で気温と正の相関を示した．特に松本，菅平，大町，諏訪，長野の5地点では比較的高い値を示した．降水量との関係については大町，長野，西穂高を除く6地点で弱い負の相関を示した．LCLとの関係については概ね正の相関があり，諏訪，長野で特に高い相関係数が認められた．これらのことから降水中のδ^{18}Oに寄与しているのは気温が主であると考えられ，さらに松本，菅平，大町，諏訪，長野で相関が高かった事から都市部でその影響が強くなっている可能性がある．d-excessは気温，降水量に対し負の相関を示し，LCLとの間には特に有意な関係は認められなかった．特に気温との関係においては強い相関が見られたことから，d-excessの変動に対する寄与は主に気温であると考えられた．

キーワード：降水、同位体
Keywords: precipitation, isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

横尾岩小屋モレーンより低位置で発見された氷河性堆積物の可能性をもつ岩屑

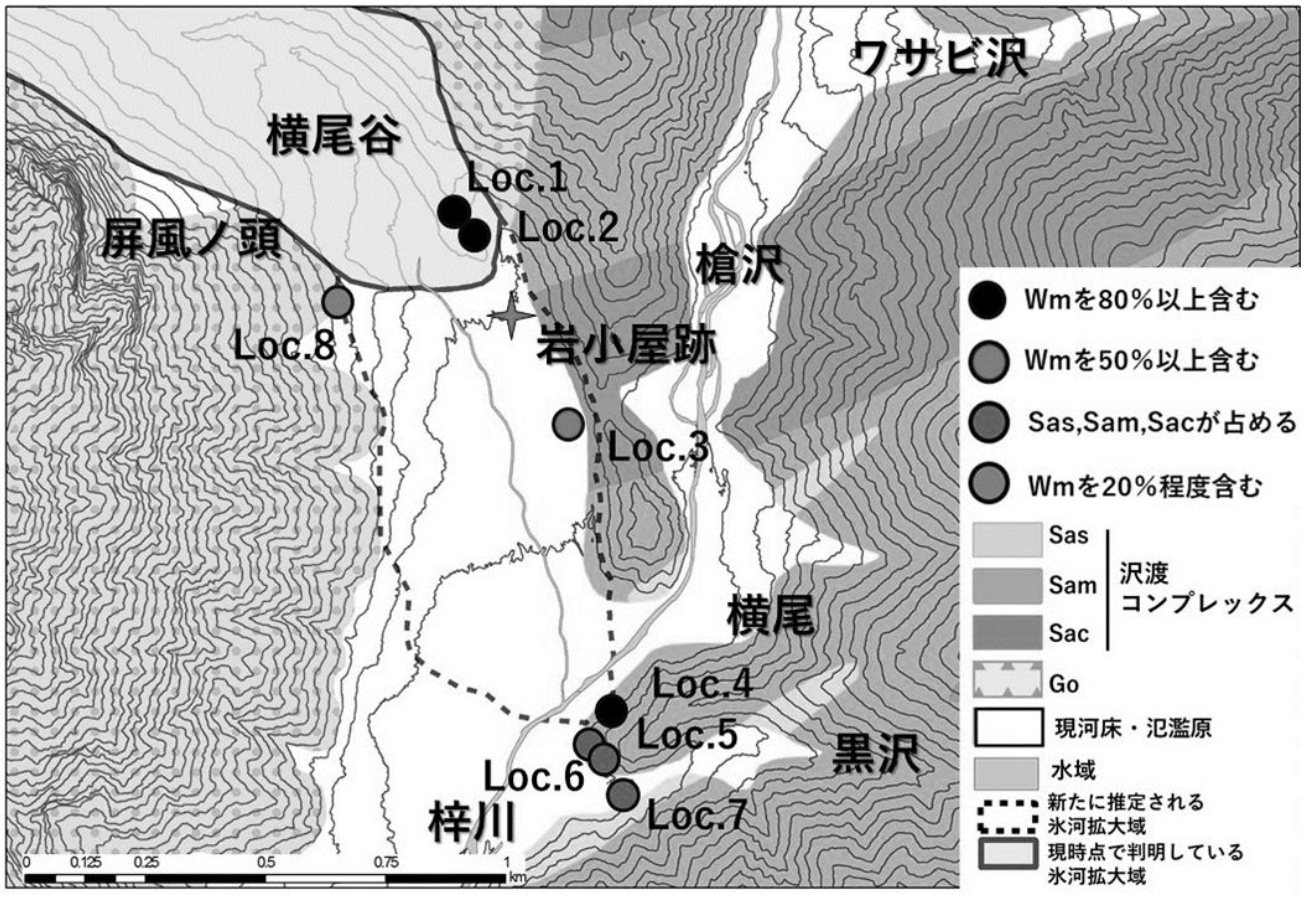
Probable glacier detritus found at downstream site of the Yokoo moraines in the northern Japanese Alps: its geological characteristics and implications

*石橋 真那美[1]、苅谷 愛彦[2]、目代 邦康[3]
*Manami Ishibashi[1], Yoshihiko Kariya[2], Kuniyasu Mokudai[3]

1. 専修大学・学部、2. 専修大学、3. 日本ジオサービス株式会社
1. Undergraduate Senshu Univ., 2. Senshu Univ., 3. Japan Geo serivice Inc.

北アルプス・梓川上流において従来知られていた山岳氷河の最前進位置は，五百澤智也が発見した横尾地区の通称「岩小屋モレーン（標高1700 m)」である．演者らは横尾地区で再調査を行い，この地域に全く分布しない火成岩類の礫からなる不淘汰岩屑を発見した．発見地点は岩小屋モレーンより水平距離で約1400 m，標高差で50 m低位側である．分布や円磨度・淘汰度からみて，この岩屑は氷河に運搬された可能性が高い．岩屑の堆積年代は未詳であるが，海洋酸素同位体ステージ4が有力である．その氷河は梓川源流の涸沢や横尾谷を流下し，現在の横尾小屋付近で槍沢を堰き止めていた可能性がある．

キーワード：氷河作用、最終氷期、更新世後期、ティル、日本アルプス
Keywords: glaciations, the Last Glacial age, late Pleistocene, till, Japanese Alps



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白馬大雪渓周辺における近年の岩盤斜面の地形変化
Recent Geomorphological changes of rock slopes in Hakuba-Daisekkei

*杉山 博崇[1]、奈良間 千之[2]、井上 公[3]
*Hirotaka Sugiyama[1], Chiyuki Narama[2], Hiroshi Inoue[3]

1. 新潟大学大学院自然科学研究科、2. 新潟大学理学部理学科フィールド科学人材育成プログラム、3. 防災科学技術研究所
1. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 2. Faculty of Science, Niigata University, 3. National Reserch Institute for Earth Science and Disaster Resilience

白馬大雪渓は，白馬岳に通じる，年間1万人以上の登山者が通過する人気の登山ルートであるが，白馬岳と杓子岳の両岩壁に囲まれており，岩壁で生産される落石や崩落により毎年のように登山事故が起きている（小森, 2006）． 2005年8月には杓子岳北面の岩壁で崩落が生じ，2名の死傷者がでた（苅谷ほか，2008）．さらに2008年8月には大雪渓の左岸斜面で崩落が発生し，登山者2名が犠牲になっている．白馬大雪渓の落石分布はドローンによって調査されている．落石が雪渓上に集中して堆積する場所は決まっており，その季節ごとの礫数は，その年の積雪深により岩盤斜面が露出する時期で異なる（畠・奈良間，2017）．また，大雪渓周辺の落石や崩落で堆積した未固結堆積物は，土石流となり大雪渓表面を流下する事例も報告されている（松元ほか，1998 ; 石井・小疇，1999).

これら土砂移動に関わる地形災害を防ぐには，斜面変化の地形過程を詳細に調査し，そこで生じる岩盤変化や土砂移動の実態を把握することが重要である．そこで，本研究では，ドローンやセスナから取得した空撮画像とSfMソフトを用いて白馬大雪渓周辺の岩壁斜面の3次元地形モデルを作成し，岩盤の崩落箇所を抽出するとともに，その崩落の地形場の特徴を明らかにすることを試みた．また，白馬岳側と杓子岳側の雪渓上の落石を比較し，地質の異なる岩盤から生産された礫のサイズや分布について検討した．

杓子岳側の珪長岩の岩壁では，1976年～2018年の点群データの比較から，2005年に崩落が発生した岩壁の崩落箇所を特定した．2時期の斜面縦断プロファイルから，崩落箇所で，高さ約60m，厚さ約10mの斜面後退を確認した．さらに，この場所では，2016年～2018年の比較から，周囲よりも節理が密に発達した箇所で斜面は後退しており，後退した部分の上部はオーバーハングの形態である．また，岩盤の谷筋に堆積した礫の移動がみられ，谷筋の谷頭部では植生被覆の面積が変化していた．2005年の崩壊によって形成された岩盤基部の堆積提は，その後侵食されているのを確認した．

白馬岳側の珪長質凝灰岩の岩壁では，2011年～2018年の点群データの比較から，後退していた箇所を確認し，実際に2016年6月に現地で崩落を目撃した場所と一致した．また，植生が見られなかった砂礫地においても侵食を確認した．過去のドローン空撮画像をみると，この砂礫地は植物が生育する時期に雪が融け切らず残っている残雪砂礫地であった．杓子岳側谷斜面でみられた谷筋の侵食は，白馬岳側谷斜面では確認されなかった．

白馬岳側と杓子岳側ともに大雪渓上流部に堆積した礫は約２m以下で，礫のサイズ分布に差はないが，杓子岳側のほうが礫数はかなり多く，崖錐が形成されていた．

キーワード：落石、岩盤崩落、白馬大雪渓、空撮、SfM
Keywords: rockfall, rock failure, Hakuba-Daisekkei, aerial-photography, SfM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

乗鞍岳の源流域における大気沈着および表面流を介した化学物質の挙動
Behavior of inorganic ions in air deposition and surface runoff water in an alpine headwater catchment of Mt. Norikura

*清水 啓紀[1]、佐々木 明彦[2]、鈴木 啓助[3]
*Hironori Shimizu[1], Akihiko Sasaki[2], Keisuke Suzuki[3]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 国士舘大学文学部地理学教室、3. 信州大学理学部
1. Graduate School of Science and Technology, Shinshu University , 2. Department of Geography and Environmental Studies, Kokushikan University, 3. Faculty of Science, Shinshu University

源流域に越年性雪渓を有する環境では，暖候期における融雪水が降水とともに下流域の生態系の水源として重要な役割を担うと考えられるが，水および溶存無機イオンが周氷河環境の高山帯から如何に流出するかについて，国内で観測された事例はない．本研究は，ⅰ）長期的な表面流の水質・水量観測による源流域での融雪・降雨イベントに対する表面流の応答性の解明，ⅱ）暖候期の大気沈着物の化学的特徴の解明による融雪後期の化学物質の大気沈着-地表面流去量の定量化，ⅲ）降雨イベントに対する水質の応答性に基づく地下水の流出過程の検討を目的として，中部山岳地域の乗鞍岳東側斜面の源流域にて2016-2018年に気象・水文調査を実施した．

降雨に対する表面流の応答は，降雨開始直後から表面流形成および流量ピークに至るまでそれぞれ概ね数時間であり，降雨時の地表面流出率は最大7%未満であった．これは周氷河性の岩屑斜面の浸透しやすさと，火山体の粘土層や火山灰層等の内部構造に沿った地下水流動および滲出により表面流が素早い応答性を有すると考えられる．暖候期の降雨および積雪の化学的特徴は，NOや非海塩起源のSO^2と強い相関をもつpHを示す酸性雨や，先行研究で示唆された「バックグラウンド黄砂」の乗鞍岳高山帯への影響を暗示した．また，8月以降の化学物質の大気沈着量と地表面流去量の算定結果について降水量の地表面流出率を考慮すると，Ca^2は大気沈着量に比べ地表面流去量が多量であり，Clの地表面流去量は大気沈着量に関連するとみられ，一方のNOおよびSO^2は相対的に大気沈着量が多量であることが明らかとなった． 地下水流出に関しては，降雨イベント時に酸素安定同位体比が－19‰を示す地表水が採取でき，これは観測期間中の無降雨時の地表水が示すδ^1O値（>－17）に比べ明瞭に小さかった．同年1月に乗鞍岳の標高2000m付近で採取した新雪試料の酸素同位体比が－19‰程度であったことから，融雪初期に涵養した融雪水が少なくとも10月まで地下に貯留され，降雨イベント中，一時的に表面流に寄与していると推定された．この地下水の流出過程は，越年生雪渓の融雪後期における地下水位の低下時に，降雨の浸透水または地下に封入された空気が地下水の押し出しを駆動していると推察される．

キーワード：源流域、大気沈着、越年性雪渓、渓流水質
Keywords: headwater catchment, air deposition, perennial snow patch, stream water chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飛騨山脈，立山カルデラの重力断層の過去55年間の活動状況
Activity of gravity faults in the Tateyama caldera, Hida Mountains, during the past 55 years

*福井 幸太郎[1]、飯田 肇[1]
*Kotaro FUKUI[1], Hajime IIDA[1]

1. 立山カルデラ砂防博物館
1. Tateyama Caldera Sabo Museum

日本を代表する巨大崩壊地である立山カルデラの北東縁に位置する室堂山（2668m）周辺には，深層崩壊の予兆現象と考えられる長さ300～500 mの重力断層が複数みられる．この重力断層は，藤井（1997）がカルデラの現成の崩壊地形を代表するものと記載していることや，断層を横切る登山道が年々カルデラ側へ移動していることから，今でも動いている可能性があるが，調査は行われていない．重力断層が大きく動いて深層崩壊が発生した場合，立山カルデラ内を流れる湯川上流部で河道閉塞が起こり，過去に発生したような決壊洪水による災害を富山平野にもたらす可能性がある．本研究では，重力断層周辺でGPS観測点を多数設置して断層の動きの精密な測量を行い，現在，安定しているのか動いているのかを確認した．また，1963、1977、1978、1985、1994、2000、2009，2018年の空中写真判読から過去55年間の重力断層の長さと幅の変化を明らかにした．

キーワード：重力断層、深層崩壊、立山カルデラ
Keywords: gravity fault, Deep-seated landslides, Tateyama Caldera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

上高地・槍-穂高連峰の高山帯・亜高山帯山岳池沼における底生動物の集団構造と遺伝構造

Community, population and genetic structures of benthic invertebrates in alpine and sub-alpine ponds of the Kamikochi area and the Yari-Hotaka Mountain Ranges

*井上 恵輔[1]、東城 幸治[1]
*Keisuke Inoue[1], Koji Tojo[1]

1. 国立大学法人信州大学理学部理学科生物学コース
1. Biology Department, Faculty of Science, Shinshu University

山岳域には、様々な起源をもつ池沼が点在しており、山岳生態系における重要なハビタットとしての役割を担っていると考えられる。例えば、陸生生物にとっての水飲み場としての機能もあれば、水生昆虫類にとっては貴重な生息ハビタットとしても利用されている。前述の通り、高山帯・亜高山帯の山岳池沼は多様な成因をもつことが特徴で、成因ごとに池沼環境は大きく異なると予想される。環境の相違は生物相の相違にも直結すると考えられるため、池沼の成因や環境が多様であることは山岳域の生物多様性創出に寄与している可能性がある。しかし、特に高山帯における山岳池沼の生物相に関する知見は乏しく、池沼の環境と生物多様性の関係に着目した研究はヨーロッパの高山岳域においては少数の研究事例があるものの、本邦においてはほとんど注目されてこなかった。

中部山岳域には堰止池や氷河池、火口池が存在し、山岳池沼の生物多様性と環境の関係を究明する上での好適地である。そこで本研究では、中部山岳域の上高地-槍・穂高連峰に注目し、水生昆虫相の調査と池沼環境そのものの関連性を追求した。調査の結果、得られたデータを比較・検討するとともにクラスター解析やNMDS解析、CCA解析を試行した。その結果、水生昆虫相のパターンにより、この山岳域の池沼は大きく4グループに区分された。このような水生昆虫相には標高や岸際の草本植物の現存量、池底の砂泥量などが影響していることが明らかとなった。

加えて、同グループに類型化された池沼間では、互いに環境要因が類似している傾向がみられた。これらの結果から、山岳池沼の水生昆虫相は池沼環境によって異なることが明らかとなり、多様な環境をもつ山岳池沼は山岳域の生物多様性創出に重要な役割をもつ可能性がある。これら群集生態学的な解析に加え、本研究では、これらの山岳池沼に生息する水生昆虫類が、どの程度移動分散しているのか？ にも注目し、移動や分散の方向性や強度などを種群ごとに検討するような遺伝子解析にも着手した。今回の発表では、その第一段階として調査池沼において比較的数多く採集されたオンダケトビケラ*Pseudostenophylax ondakensis*、アミメトビケラ*Oligotricha fluvipes*、マメゲンゴロウ*Agabus japonicus* を対象にし、DNAバーコーディング領域（mtDNA COI領域）の遺伝子解析を実施した。その結果、多くの種内系統が報告されているオンダケトビケラにおいては、調査対象とした池沼それぞれの系統を把握できたことに加え、今まで本地域（上高地・槍-穂高地域）では未検出であった系統の存在が確認された。また、マメゲンゴロウにおいては、北海道や長野県他地域と同系統の個体に加え、遺伝的には異なる系統の個体が一部の調査池沼に存在していることが明らかとなった。

キーワード：山岳池沼、生物多様性、群集生態学
Keywords: Alpine pond, Biodiversity, Community ecology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

森林限界の樹木4種における細根系の水および炭素利用様式の解明
Water and carbon use of fine root in four tree species at the forest limit

*矢原 ひかり[1]、東 若菜[2]、鎌倉 真依[2]、牧田 直樹[1]
*Hikari Yahara[1], Wakana Azuma[2], Mai Kamakura[2], Naoki Makita[1]

1. 信州大学総合理工学研究科、2. 京都大学農学研究科
1. Graduate School of Science and Technology Shinshu University, 2. Graduate School of Agriculture Kyoto University

細根は，樹木の生存に欠かせない養水分の吸収を担っている．山岳域における樹木の生存境界である森林限界は，低温，乾燥および冬季の土壌凍結などにより樹木にとって水利用が厳しい環境である．根は樹種の系統や共生菌の違いによって生存戦略が異なることが示唆されていることから，森林限界に生育する種間で水および炭素の利用における戦略の違いがあると考えた．本研究では，森林限界に生育する樹木の細根系の水吸収・輸送を解明するため，乗鞍岳の森林限界である標高2,500 mに優占する落葉広葉樹のナナカマド(*Sorbus commixta*)およびダケカンバ(*Betula ermanii*)，常緑針葉樹であるオオシラビソ(*Abies mariesii*)およびハイマツ(*Pinus pumila*)の細根系の透水性，日中の水ポテンシャル，呼吸，形態特性および解剖特性を評価した．4樹種の根透水性の値の範囲は1.17～4.02×10^{-4} m s^{-1} MPa^{-1}で有意な種間差がみられ，ハイマツが他の3樹種よりも有意に高かったことから，ハイマツは水を通しやすい根をもっていることが明らかになった．4樹種の日中の水ポテンシャル値の範囲は-0.20～-0.12 MPaであり，種間差はみられなかったが，日中の水ポテンシャルの最小値はハイマツの根で最も低かった．ハイマツの根は，P-V曲線法による予備的な調査結果から浸透調節能が高いことも示唆されており，日中水ポテンシャルを下げることで積極的に吸水を行っている可能性が考えられた．本発表では，根呼吸，根形態および根解剖特性と根水分特性の関係性も踏まえて考察する．

キーワード：水分生理、細根、透水性、日中水ポテンシャル、森林限界
Keywords: water relations, fine root, hydraulic conductivity, daytime water potential, forest limit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

可視近赤外分光反射率画像を用いた樹木細根の樹種間差と根特性の評価
Visible-near infrared spectral reflectance explains variations in fine root traits of woody species

*谷川 夏子[1]、中路 達郎[3]、小畠 実和[2]、牧田 直樹[2]
*Natsuko Tanikawa[1], Tatsuro Nakaji[3], Miwa Kobatake[2], Naoki Makita[2]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 信州大学理学部、3. 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
1. Graduate School of Science and technology, Shinshu University, 2. Faculty of Science, Shinshu University, 3. Field Science Center for Northern Biosphere

一般に可視-近赤外波長の連続分光反射率の測定は、植物体の色素や有機物などの化学組成や細胞の成長段階を反映するため、葉や果実において非破壊かつ多角的な評価を可能にしている。しかし森林土壌の物質循環に関わる樹木細根において連続分光反射率を用いた研究は少ない。本研究では、分光技術を細根研究に応用し、吸収機能や根寿命と関わる根特性と反射率の関係から、細根の反射率が表現する根の性質を明らかにすることを目的とした。対象樹種は、北海道大学苫小牧研究林における高木種の20樹種とした。対象木から根系を辿り、細根系を採取した。洗浄後、細根系を3直径階級(0-0.5mm、0.5-1.0mm、1.0-2.0mm)に分け、458-2391nm (4.1-5.8nm刻み、376バンド)の連続分光反射画像を撮影した。その後、各直径階で形態(平均直径、比根長、根組織密度)、化学(炭素、窒素濃度)および解剖(中心柱面積、皮層面積)を測定し、連続分光反射率との関係を解析した。20樹種の根系の連続分光反射率は、いずれの直径階級においても4つの山型のピークを持つ曲線を示した。458-1400nmの波長帯では、直径が大きいほど反射率が高い傾向がみられた。一般的に測定物質の厚みが増すほど反射率は高くなる傾向みられるが、樹種ごとに現れた反射率の変化の違いからも反射率は20樹種間でも異なった。さらに反射率と樹種間で異なる根特性の関係を考察し、分光技術による細根の多角的な評価を行う予定である。

キーワード：根直径、解剖、形態、化学
Keywords: root diameter, anatomy, morphology, chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

上高地における冷気湖形成の熱収支解析
Heat Balance Analysis of Cold Air Pool Formation in Kamikochi

*小山 紗莉[1]、西村 基志[2]、鈴木 啓助[3]
*Sayuri Koyama[1], Motoshi NISHIMURA[2], Keisuke Suzuki[3]

1. 信州大学大学院総合理工学研究科、2. 信州大学大学院総合工学系研究科、3. 信州大学理学部
1. Graduate school of science and technorogy, Shinshu University, 2. Interdisciplinary Graduate school of Science and Technology, Shinshu university, 3. Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, Shinshu University

上高地（1490 m），岳沢（1600 m，1700 m，1800 m），西穂高岳（2355 m）において，気象観測および熱収支解析を行い，冷気湖の形成機構について明らかにした．観測対象期間は2016年12月6日～2017年5月4日と2017年11月17日～2018年4月16日の上高地の積雪期である．

本研究ではDorninger *et al.*（2011）を参考に，観測期間に発生した冷気湖を，静穏な発達，遅い形成，早期の解消，混合イベント，短時間の全層の気温上昇，上層の乱れ，下層の乱れ，短時間の冷気湖，の8種類の冷気湖イベントに分類した．

冷気湖イベントが2017年4月に28回，2018年3月に27回発生した．しかし混合イベント，短時間の全層の気温上昇，上層・下層の乱れは2016/17年，2017/18年ともにほとんど発生しなかった．これは上高地が，乱流が発生しにくい地形であるためと考えられる．

静穏な発達，遅い形成，早期の解消は，冷気湖が形成された時間と解消された時間が異なった．これらは冷気湖が形成されている間，顕熱・潜熱フラックスは0 W m^{-2}であった．混合イベント，短時間の全層の気温上昇，上層の乱れは，冷気湖で発生した気温上昇の深さ，あるいはその気温の上昇量に差異があった．顕熱・潜熱フラックスについて混合イベントは5.0 W m^{-2}以上，短時間の全層の気温上昇は0.5 W m^{-2}以上，上層の乱れは0 W m^{-2}であった．下層の乱れは，盆地の底部付近において短時間の気温上昇が発生したイベントである．形成時間が6時間以内の冷気湖は短時間の冷気湖に分類された．これら冷気湖イベントは雲の発生と風による乱流の発生が大きく関与し，雲や風の発生時刻と継続時間，乱流の強度が主な要因と考えられる．

キーワード：冷気湖、熱収支
Keywords: Cold air pool, Heat balance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

9世紀後半に発生した赤石山地ドンドコ沢岩石なだれの堰き止め湖沼堆積物中における材化石群の発見とその意義

A finding of fossil trees buried in dammed-lake deposits formed by the Dondokosawa rock avalanche of the late 9th century in the Akaishi Mountains, and its significance

*木村 誇[1]、山田 隆二[1]、苅谷 愛彦[2]
*Takashi Kimura[1], Ryuji Yamada[1], Yoshihiko Kariya[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 専修大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Senshu University

赤石山地地蔵ヶ岳東面で発生した岩石なだれはドンドコ沢本川を3.6 km以上流下し，ドンドコ沢右支川と大棚沢の河道を閉塞して堰き止め湖沼を形成した（苅谷，2012；木村ほか，2018a）。これら2箇所の堰き止め湖沼・氾濫原堆積物中からは多数の材化石が発見された。Yamada *et al.*（2018）が酸素同位体比年代測定法を用いて材化石2個体（樹齢350年以上のヒノキ1個体と樹齢300年以上のツガ属1個体）の枯死年代を測定した結果，AD885年以降数年以内およびAD888年という年代値が得られた。これにより，ドンドコ沢岩石なだれは巨大海溝型地震の仁和地震が生じたAD887年か，その数年後以内に発生したことが明らかになりつつある。これらの材化石群の発見は，赤石山地周辺の古環境を知る上でも重要な意義をもつ。本発表では，先行研究（木村ほか，2018b, 2019）で同定した材化石試料41点の樹種組成により示された９世紀後半頃のドンドコ沢および大棚沢流域における古植生の特徴を報告する。

試料採取地はLLDおよびULDと命名した上述2箇所の堰き止め湖沼・氾濫原堆積物露頭である。LLDはドンドコ沢本川と大棚沢との合流点付近にあり，上流の集水面積は8.81 km^2，標高は1220～2780 mに及ぶ。ULDはドンドコ沢右支川の谷出口付近にあり，上流の集水面積は1.17 km^2，標高は1470～2630 mに及ぶ。2012年4月～2017年10月の期間に計41点（LLDで24点，ULDで17点）の材化石試料を採取し，各試料の樹種同定を行った。LLDで採取した試料24点には，ヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）8点，ツガ属（*Tsuga*）7点，サワラ（*Chamaecyparis pisifera*）3点，カバノキ属（*Betula*）2点，カラマツ（*Larix kaempferi*），モミ属（*Abies*），トウヒ属（*Picea*），サワグルミ（*Pterocarya rhoifolia*）各1点が含まれていた。ULDで採取した試料17点には，ツガ属（*Tsuga*）8点，モミ属（*Abies*）4点，カラマツ（*Larix kaempferi*），ヤナギ属（*Salix*）各2点，ツツジ属（*Rhododendron*）1点が含まれていた。ツガ属はLLDで7点，ULDで8点産出し，それぞれの地点における採取試料の約29～47%を占めていた。また，ULDで出現しなかったヒノキ属2種（ヒノキ，サワラ）がLLDでは計11点産出し，採取試料の約46%を占めていた。

以上は限られた試料数の中での結果だが，ドンドコ沢岩石なだれが発生した9世紀後半頃，LLDが形成された大棚沢では樹齢350年を超えるヒノキおよびツガ属優占の老齢林が成立しており，もう一方のULDが形成されたドンドコ沢右支川では樹齢300年を超えるツガ属優占の老齢林が成立していたことが推定される。隣接する2流域でヒノキ属2種の出現頻度に顕著な差があった点は，当時よりヒノキ属2種の分布が大棚沢流域にとどまり，ドンドコ沢上流域には及んでいなかった可能性を示すものである。

引用文献：苅谷（2012）地形33, 297-313；木村ほか（2018a）日本地すべり学会誌55, 42-52；木村ほか（2018b）2018年日本地球惑星科学連合大会 MGI25-P09；木村ほか（2019）第四紀研究58, 65-72；Yamada et al. (2018) Quaternary Geochronology 44, 47-54.

キーワード：赤石山地、岩石なだれ、堰き止め湖沼、材化石、古環境
Keywords: Akaishi Mountains, rock avalanche , dammed-lake, fossil trees, paleoenvironment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大雪山国立公園においてどのような高山植物が訪問者を引き付けるのか
What alpine plants attract visitors in the Daisetsuzan national park, northern, Japan?

*雨谷 教弘[1]、豆野 皓太[1,2]、小熊 宏之[1]、久保 雄広[1]
*Yukihiro Amagai[1], Kota Mameno[1,2], Hiroyuki Oguma[1], Takahiro Kubo[1]

1. 国立環境研究所、2. 北海道大学
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Hokkaido University

北海道の大雪山国立公園は年間約500万人の利用がある観光地で、その見どころの一つに広大なお花畑がある。高山植物は亜種・変種を含む365種（うち、日本固有種を27種含む）が生育するが、気候変動の影響により、過去数十年間でチシマザサ・ハイマツの顕著な増加や植物種・群落組成の変化が生じていることが報告されている。このような背景から、高山帯の多様性保全の為、保護区の選定・各植物種と植物群落ごとの脆弱性評価・その評価を踏まえた保護区における適応策の施行は急務の課題となっている。また、このような高山植物の衰退は観光業など地域経済に対しても打撃を与えうるため、生態学的知見のみならず、国立公園の訪問者や地域住民の選好を加味した適応策が求められる。そこで、本研究は高山植物の持つ観光資源としての価値を、保全のための一つの指標として組み込むための基盤情報として収集することを目的に、高山植物種に対する国立公園の訪問者の選好を明らかにした。

大雪山系の森林限界は標高約1400－1700ｍであるが、大雪山系最高峰の旭岳には山麓から標高1600mに位置する姿見駅まで手軽にアクセスできるロープウェイがあり、高山植物を手軽に観察できる観光地となっている。本研究では、姿見駅を訪問した全ての訪問者を対象として、興味を引いている植物種を明らかにするためのアンケート調査を実施した。調査票は、2018年8月の6日間で1201部配布し、後日郵送にて451部回収した。調査票には、植物の写真（20種）を掲載し、見たいと思う植物全てに〇をつけてもらったほか、大雪山国立公園への訪問経験（リピーターか否か）、性別、年齢、在住場所（道内外）についての設問を設置した。写真を掲載した植物種は、生育環境や生活形、花の色のばらつきを考慮し、代表的な高山植物18種（エゾコザクラ、エゾノハクサンイチゲ、チシマギキョウ、ワタスゲ、ホソバノウルップソウ、イワイチョウ、キバナシオガマ、エゾツツジ、チシマノキンバイソウ、チングルマ、コマクサ、イワブクロ、コエゾツガザクラ、ナガバノモウセンゴケ、エゾイワツメクサ、クモマユキノシタ、ミネハリイ、リシリリンドウ）と拡大が明らかとなっているハイマツ・チシマザサである。

分析の結果、本研究で扱った植物20種の選好順序は、最も高い方からチングルマ、リシリリンドウ、エゾコザクラとなり、最も低い方からミネハリイ、チシマザサ、ハイマツとなった。また、大雪山国立公園への訪問回数や個人属性の選好に対する影響に関して、リピーターは初めての訪問者よりもチングルマ・コマクサをより好む傾向があった。また、男性よりも女性の方が、若年層より高年層の方が、植物全体に対する選好が高い傾向が得られた。

次に、本研究で扱った植物20種の写真から、訪問者が興味を持つ高山植物の特徴を一般化するために、植物を花の形質（写真で花がついている15種）と全体の形質（20種）特徴に着目し、一般化線形モデル（GLM）の二項分布により解析を行った。その結果、花の形質においては、花序は扁平で、花数は少なく、色はピンク＞紫＞白≧黄色の植物において選好が高くなることがわかった。また、全体の形質においては、葉は光沢をもち、葉のサイズは小さく、植物高は低く、鋸歯が大きい植物が、訪問者からより好まれる傾向が得られた。

以上の結果から、訪問者は、高山植物の中でも特にチングルマを高く評価しており、チングルマは特に重要な観光資源であることが伺える。チングルマは東日本の高山帯に広く生育しており大雪山系の固有種ではない

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

が、本研究の結果より登山道沿いに大群落を形成するチングルマは、大雪山系のお花畑のイメージを代表しているといえる。さらに、チシマザサやハイマツが低評価であったことを踏まえると、リピーターの確保など国立公園における持続的な観光を考える上で、チシマザサとハイマツの拡大の影響を抑え、チングルマをはじめとする広域のお花畑の面積を維持することの必要性が示唆された。また、訪問者に好まれうる高山植物の特徴と、GLMによる形質の選好値から順位付けの結果より、背丈が低く・花数が少ないなどの特徴を選好していたことから、矮小な高山が訪問者の興味を引いていることが示唆された。一方で、このような観光資源として重要と考えられる種は、必ずしも希少で優先的な保全が必要な種とは一致していないこともわかった。このことから、観光資源と生物多様性のバランスを考えた保全が必要であることが明らかとなった。

キーワード：高山、人と植物の相互作用、選好、植物の形質、気候変動、保全
Keywords: Alpine, People-plant interactions, Preference, Plant morphology, Climate change, Conservation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山形県月山における雪氷藻類による彩雪現象の時空間分布とその決定要因
Spatio-temporal variations of algal snow in Mt. Gassan, Yamagata prefecture, Japan

*鈴木 拓海[1]、竹内 望[1]、高橋 翼[1]
*Suzuki Takumi[1], Nozomu Takeuchi[1], Tsubasa Takahashi[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

山形県の月山山麓の樹林帯の積雪では, 雪上で繁殖する藻類によって, 赤や黄, 緑色に彩られた雪がよく見られる．このような彩雪現象の色や分布は, 積雪表面の物理的または化学的条件が関与していると考えられている．例えば，南極の積雪では，栄養塩濃度が高い富栄養環境では緑色の色素を持つ藻類が繁殖し, 反対に貧栄養環境では赤色の色素を持つ藻類が繁殖するということが知られている. しかしながら，日本国内の山岳地域の彩雪現象の時空間分布とその決定要因については，まだわかっていない．そこで本研究では, 彩雪現象の分布とその要因を明らかにするために, 融雪期の月山の積雪において，藻類バイオマスやその種類，栄養塩濃度の季節変化と高度分布について調査を行った.

積雪の採取は, 2018年5月から6月の間, 月山の前山・姥ヶ岳の南側の尾根沿いの標高800mから1500mまでの7地点で2回にわたって行った．各場所で雪面から1cm程度までの積雪をランダムに一地点から適量採取した. 試料はワールパックに入れ, 研究室に持ち帰った後解凍した. 解凍した雪は, 蛍光光度計によってクロロフィル*a*量を，分光光度計によって抽出色素のスペクトルを，イオンクロマトグラフィー法によって溶存化学成分の測定を行った. また, 解凍した雪の一部は適宜顕微鏡で観察した.

姥ヶ岳南側の尾根沿いの高度別の調査の結果，５月は緑雪のみが観察され，６月になると森林限界よりも上部で赤雪，森林限界よりも下部で橙雪が多く見られた．サンプルから抽出した色素の吸光スペクトルを分析した結果，５月，６月ともに二種類の波形が見られた．５月はどのサイトでも，大きな吸収は見られなかった．一方，６月は，森林限界より上部と下部において波形がわかれ，どちらも５月に比べて大きな吸収が見られた．彩雪中の藻類バイオマスは5月から6月にかけて，標高の違いによらず増加した．藻類の繁殖に必要な栄養塩である，硝酸イオンとリン酸イオンの濃度は，標高による違いはなかったが，５月に比べて６月の濃度は低かった．以上の結果から，積雪表面の栄養塩濃度の低下，および樹木の有無が，繁殖する藻類に影響し，それぞれ異なる色の着色現象を引き起こしている可能性が示唆された．

キーワード：雪氷藻類
Keywords: snow algae

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

山形県月山におけるセッケイカワゲラの種と食性に関する研究
Feeding of a wingless stonefly living on snow surface in Mt. Gassan, Yamagata prefecture, Japan

*米地 梨紗子[1]、竹内 望[1]
*Risako Yonechi[1], Nozomu Takeuchi[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

雪氷環境には，雪氷生物と呼ばれる寒冷環境に適応した特殊な生物で構成される生物群集が存在する．日本の積雪上では，雪氷藻類と呼ばれる光合成微生物が繁殖し，その生産に支えられた動物やバクテリアが生息している．その雪氷生物の一つ，セッケイカワゲラは，積雪上で活動する昆虫の一種である．この昆虫は，一般的なカワゲラと同じように幼虫は河川で過ごす水生昆虫であるが，成虫は翅を持たないという特徴をもち，冬から春にかけて積雪上に現れる．日本でみられるセッケイカワゲラは，形態的な分類よって1科2属（*Apteroperla*属，*Eocapnia*属）30種に分けられている．セッケイカワゲラは，複数の種が同時に同じ積雪上で活動することが報告されているが，種や属による活動域や活動時期，食物の違いなどの詳しい生態はまだ明らかになっていない．そこで本研究では，多雪地帯で知られる山形県月山の積雪上で活動するセッケイカワゲラについて，属や種による分布域および食性の違いについて明らかにすることを目的とした．

調査は2018年4月，5月，6月の各月に1回ずつ行った．月山山域の姥ヶ岳（標高1487m）頂上付近から月山スキー場周辺（標高1130m）および志津野営場（標高770m）にかけて，計13地点の積雪表面でセッケイカワゲラの採集を行った．採取個体は千葉大学に持ち帰った後，顕微鏡を用いて形態に基づく種同定を行った．その後，各個体は乾燥器を用いて60℃で24時間以上乾燥させ，乾燥重量で約0.3mgの脚・触覚・尾・頭部を用いて，炭素窒素安定同位体比の分析を行った．分析は地球研の元素分析計，安定同位体比質量分析計を用いて行った．

採取した雄50個体を2属に分類したところ，*Aperoperla*属は標高1000mよりも高い場所に、*Eocapnia*属は低い場所に分布していることが分かった．セッケイカワゲラのδ^{15}Nは，*Aperoperla*属と*Eocapnia*属では，有意な違いはなかった（1.10～0.95‰ versus -1.63～1.05‰）．このことは，2属の栄養段階はほぼ等しいことを示している．一方，δ^{13}Cも2属の平均に有意な違いはなかったが（-26.2‰ versus -25.7‰），*Aperoperla*属のδ^{13}Cは*Eocapnia*属に比べ，分散が小さいことが明らかになった（0.29‰ versus 3.00‰）．このことは，*Aperoperla*属は限られた食性を持つ一方，*Eocapnia*属は様々なものを食べる広い食性を持っていることを示唆している．

キーワード：昆虫、山岳域、雪氷生物学
Keywords: insect, alpine, ice biology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017年8月4日にラダック，アチナータン村で生じた氷河湖出水
Drainage from glacial lake in Achinathang village, Ladakh Range on 4 August 2017

早乙女 真穂[2]、*奈良間 千之[1]、櫻井 尚輝[2]
Maho Saotome[2], *Chiyuki Narama[1], Naoki Sakurai[2]

1. 新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2. 新潟大学大学院自然科学研究科
1. Niigata University, Program of Field Research in the Environmental Sciences, 2. Graduate School of Science and Technology, Niigata University

インド北西部に位置するヒマラヤ西部のラダック山脈では，近年氷河湖からの出水で生じた洪水被害が多数報告されている．この地域の氷河湖は，巨大な氷河湖を有するヒマラヤ東部（ブータンとネパール東部）の氷河湖決壊洪水とは異なり，氷河湖は非常に小規模であるがその被害は大きい特徴をもつ．2017年8月4日，ラダック山脈北西部に位置するアチナータン谷において，大規模な土石流が発生した．当日の降雨はなく，数十回も及ぶ間欠性の段波が流下した瞬間を多くの村人が目撃した．この災害では，男女合わせ4名の死者がでており，橋の全壊，インダス川沿いの畑や店の沈水などの甚大な被害がでている．土石流の翌日に村人が氷河湖を訪れ，土石流の誘因は谷の上流に位置する氷河湖の出水であることはわかっているが，どのようにして出水し，大規模な土石流に発達したかという詳細な情報は不明である．そこで本研究では，現地調査（2017年と2018年）と衛星画像解析からアチナータン谷で発生した氷河湖出水と土石流の発生・発達の詳細を明らかにすることを試みた．

衛星画像解析の結果，氷河湖の面積は2016年11月14日に0.003km²であったが，2017年7月7日に0.012km^2，7月27日に0.022km^{2}まで拡大し，出水後の8月18日に0.01km^{2}まで減少している．2017年の春～初夏にかけて氷河湖の体積は162,000m^{3}増加し，そのうちの7割は7月7日～27日の20日間で増加しており，156,000m^{3}の湖水が出水した．現地調査では，氷河湖前面の埋没氷を含むモレーン内部に発達するアイストンネルを確認し，この氷河湖は短期間で拡大・出水した短命氷河湖であり，氷河前面のモレーン内部に発達したトンネルを通って湖水が出水していた．

キーワード：氷河湖、氷河湖決壊洪水、土石流、ラダック山脈
Keywords: glacial lake, glacial lake outburst flood (GLOF), debris flow, Ladakh Range

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

空撮画像を用いたケニア山における最近の氷河変動
Recent glacier variations at Mt. Kenya using aerial digital image

*奈良間 千之[1]、有江 賢志朗[2]、水野 一晴[3]
*Chiyuki Narama[1], kenshiro Arie[2], MIZUNO KAZUHARU[3]

1. 新潟大学理学部フィールド科学人材育成プログラム、2. 新潟大学大学院自然科学研究科、3. 京都大学大学院文学研究科
1. Program of Field Research in the Environmental Sciences, Niigata University , 2. Graduate School of Science and Technology, Niigata University, 3. Graduate School of Letters, Kyoto University

アフリカの山腹氷河は，東アフリカのキリマンジャロ，ケニア山，ルウェンゾリ山に存在し，近年の温暖化の影響でこれら氷河は数十年後には消滅するであろうと予想されている．ケニア山の氷河は，1899年～2004年に18コのうち8コが消滅しており（Hastenrath, 2005)，2018年の氷河台帳では氷河の数は9コとされている（Prinz et al., 2018）．ケニア山の氷河研究はルイス氷河を中心におこなわれており，この氷河は，19世紀後半と1934年に地図化され，1979年～1996年と2010年～2014年に質量収支の観測がおこなわれている．ルイス氷河の体積は，1934年～2010年の76年間で90%減少している．面積変化は各氷河で求められているが，体積変化の報告はルイス氷河に限定されている．本研究では，ケニア山の全ての氷河を対象に，2016年のPleiadesと，2017年と2018年にセスナから空撮したデジタル画像から３D地形モデルを作成し，これら地形モデルを比較することで最近の氷河の質量収支を求めた．

キーワード：氷河変動、質量収支、空撮画像、ケニア山
Keywords: glacier variations, mass balance, aerial digital image, Mt. Kenya

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 106 1F

[M-IS23] 惑星火山学

コンビーナ:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、片岡 香子(新潟大学災害・復興科学研究所)、大槻 静香(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)

火山活動は太陽系固体天体に普遍的に存在する自然現象である。探査によって得られる火山地形・地質データからは、窺い知るのが困難な天体内部の情報や形成以降の表層環境情報を抽出することができる。リモートセンシングデータの充実により、地球外の天体表層について露頭スケールでの議論ができる時代が到来している。本セッションでは、太陽系で普遍的に見られる地形である火山について日本での研究土壌を醸成するため、火山学・惑星科学の垣根を越えた情報共有および議論を行う。遠隔地や極限環境での調査、将来の惑星探査を視野に入れた技術の開発に関する話題も対象とする。 また地球上の火山地形・地質を類似物（terrestrial analogue)として扱い、その直接的な分析・解析および他の惑星との比較から、惑星地形・地質を理解する試みも扱う。

9:00 ~ 9:15

[MIS23-01] 隔絶された火山島，西之島の成長と進化

★招待講演

*前野 深[1] (1.東京大学地震研究所)

9:15 ~ 9:30

[MIS23-02] 地球型惑星のサイズと火成活動の型：マントル•ダイナミクスモデルからの予測

*小河 正基[1] (1.東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻)

9:30 ~ 9:45

[MIS23-03] 月火星の縦孔と溶岩チューブと　その天窓となる縦孔を通しての探査

*春山 純一[1]、岩田 隆浩[1]、山本 幸生[1]、郭 哲也[2,1]、三宅 亙[2]、熊本 篤志[3]、石山 謙[1]、横田 康弘[4]、大野 匠[2,1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.東海大学、3.東北大学、4.高知大学)

9:45 ~ 10:00

[MIS23-04] 衛星イオの火山活動、大気形成と散逸

*土屋 史紀[1]、古賀 亮一[1]、米田 瑞生[2]、鍵谷 将人[1]、吉岡 和夫[4]、疋田 伶奈[4]、村上 豪[3]、木村 智樹[1]、山崎 敦[3]、北 元[3]、吉川 一朗[4] (1.東北大学、2.タダノ、3.ISAS/JAXA、4.東京大学)

10:00 ~ 10:15

[MIS23-05] Cryovolcanism, a critical review

*栗田 敬[1] (1.東京大学地震研究所)

10:15 ~ 10:30

[MIS23-06] 太陽系天体における氷火山：その観測、重要性、将来への展望

★招待講演

*関根 康人[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

隔絶された火山島，西之島の成長と進化
Growth and evolution of isolated volcanic island, Nishinoshima, Ogasawara

*前野 深[1]
*Fukashi Maeno[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

海洋島が誕生し成長していく過程は，新たな陸地の創生，新たな陸上生命活動の場の創生という点で，地球科学的に興味深い現象である。西之島は，このような海洋島の誕生，形成，進化のプロセスを様々な研究分野の視点から追跡できる地球上でもまれな場所といえる。一方，浅海での噴火は海域ハザードの要因となるため，調査・観測手法やリスク評価手法の確立も重要な課題となる。西之島は，小笠原諸島父島から西に130 kmの絶海の孤島と呼ぶにふさわしい場所に存在する。2013年11月，海底噴火が起こり新たな島が誕生し，その後の活動でもとの島を飲み込み大きく成長していった。2013年から2018年の西之島の一連の噴火活動は，新たな火山島の誕生とその成長プロセスについて様々な貴重なデータを提供するとととともに，離島火山の調査・観測の実践の場としても重要な舞台となった。西之島の噴火活動は，2013年11月–2015年12月（第1期），2017年4月–8月（第2期），2018年7月（第3期）に分けられるが，この間，西之島の活動を理解するためにさまざまな調査・観測が行われた。噴火開始直後は，遠隔からの観察データが唯一の情報源であり，高分解能人工衛星画像の解析や，上空からの直接観察をもとに，西之島の表面地形や形態の変化，面積・噴出量・噴出率の変化に注目して，その成長過程を追跡した。その後，2015年末の活動低下を受けて，2016年10月には火山活動と生物相の総合的調査が実施された。この調査では，新しい西之島への外来種持ち込みのリスクを最小限に抑えるために，地球科学と生態系の研究者が相互に協力して上陸調査が実施され，初めて島内から直接溶岩試料が採取され，地震計，空振計も設置された。西之島は2017年，2018年に活動が再び活発化しさらに成長を続けた後，2018年7月末にようやく活動を沈静化し，現在に至る。2016年以降の調査では，ドローンや無人ヘリを活用した遠隔からの調査が行われ，新しい溶岩流や火口地形の画像・映像の撮影，噴出物採取，生態系モニタリング用ロガーの設置・回収，空中磁気測量などが行われ，西之島の活動と進化の理解を進める成果が得られつつある。このようなアクセスが困難かつ原初生態系保護の視点も必要な，絶海の西之島での調査・観測には，他天体表層探査との共通項があるかもしれない。本発表では，惑星火山学との接点に注目しつつ，西之島の成長・進化，火山活動とこれまでに行われた調査の方法や成果について紹介する。

キーワード：火山島、西之島、遠隔観測、上陸調査
Keywords: volcanic island, Nishinoshima, remote observation, landing survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球型惑星のサイズと火成活動の型：マントル•ダイナミクスモデルからの予測

The style of magmatism on terrestrial planets of various sizes predicted from numerical models of mantle dynamics

*小河 正基[1]
*Masaki Ogawa[1]

1. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻
1. Division of General Systems Studies, Graduate School of Arts and Sciences, University of Tokyo

A series of numerical models of magmatism in the convecting mantle suggest that the vigor and style of mantle magmatism critically depend on the planetary size because of its effects on the elementary processes that exert control over mantle dynamics. On a small planet like the Moon, a mild magmatism continuously occurs for several hundred million years in upwelling limbs of mantle convection and then wanes, because the magmatism extracts heat-producing elements (HPEs) from the mantle. Magmatism, however, often becomes more vigorous and episodic, as observed for the Large Igneous Provinces on Mars and larger planets, because the buoyancy of the generated magma boosts the upwelling flow in the mantle that causes the magmatism itself. The convective stirring enhanced by the MMU feedback keeps the mantle rather homogeneous, despite that the vigorous magmatism due to the feedback differentiates the mantle. The effect of the MMU feedback is particularly important in Venus and the Earth where the lower mantle develops: The solid-solid phase transitions that occur at the top of the lower mantle make mantle upwelling flow pulsating, when the mantle is strongly heated by HPEs and magmatism is vigorous. This pulse or burst of hot materials from the lower mantle causes a vigorous magmatism, especially in the early mantle. Due to this vigorous magmatism, the crust enriched in HPEs recycles back to the mantle to serve as the energy source for the magmatism that continues throughout the history of the mantle. On the Earth, plate tectonics also causes magmatism and recycling of the generated crust. In contrast to Venus, this magmatism differentiates the mantle, because tectonic plates and subducting slabs stir the mantle only mildly.

キーワード：火成活動、マントル対流、惑星サイズ、数値シミュレーション
Keywords: magmatism, mantle convection, planetary size, numerical simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月火星の縦孔と溶岩チューブと　その天窓となる縦孔を通しての探査
Lunar and Matian lava tubes and explorations to them through their skylight holes

*春山 純一[1]、岩田 隆浩[1]、山本 幸生[1]、郭 哲也[2,1]、三宅 亙[2]、熊本 篤志[3]、石山 謙[1]、横田 康弘[4]、大野 匠[2,1]
*Junichi Haruyama[1], Takahiro Iwata[1], Yukio Yamamoto[1], Tetsuya Kaku[2,1], Wataru Miyake[2], Atsushi Kumamoto[3], Ken Ishiyama[1], yokota yasuhiro[4], Takumi Ono[2,1]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 東海大学、3. 東北大学、4. 高知大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Tokai University, 3. Tohoku University, 4. Kochi University

10年ほど前、火星探査機Mars Odyssey搭載のTHEMISによって取得された熱輻射データや、月探査機SELENE（かぐや）搭載の地形カメラ画像データに、直径、深さ共に数10ｍから数100mにおよぶ縦孔が発見された。これらは、溶岩チューブのような、火成活動によって形成された地下空洞に開いたSkylight「天窓」と考えられている。その後、多くの溶岩チューブと関係があると思われる縦孔や陥没地形が、火星や月の探査機によって得られた画像データにに見つかってきている。壊れていない溶岩チューブが月に存在することは、他にも、GRAILによる重力場データや、SELENE（かぐや）のレーダサウンディング観測によって示唆されている。

月や火星の広大な大地形成に関する溶岩チューブの役割は科学的にも興味深いものであるが、まだこうした研究は十分にはされきっていない。溶岩チューブや、それらに開いた天窓といえる縦孔は、火星や月の火成活動史を調べるのに非常に優れた場所である。火星や月の溶岩チューブは、潜在的に微小隕石十爆撃や宇宙線放射から人や機器を保護する潜在的に安全なシェルターとなることも期待される。これら理由から、今後数10年にわたって、月や火星の溶岩チューブ探査は、各国の宇宙機関や民間企業によってもされていくであろう。

本講演では、最近の溶岩チューブの研究や、その探査について、述べる予定である。

キーワード：月、火星、縦孔、溶岩チューブ、空洞
Keywords: moon, Mars, hole, lava tube, cave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星イオの火山活動、大気形成と散逸
Volcanic activity on Io, formation of the atmosphere, and escape of atmosphere to the magnetosphere

*土屋 史紀[1]、古賀 亮一[1]、米田 瑞生[2]、鍵谷 将人[1]、吉岡 和夫[4]、疋田 伶奈[4]、村上 豪[3]、木村 智樹[1]、山崎 敦[3]、北 元[3]、吉川 一朗[4]
*Fuminori Tsuchiya[1], Ryoichi Koga[1], Mizuki Yoneda[2], Masato Kagitani[1], Kazuo Yoshioka[4], Reina Hikida[4], Go Murakami[3], Tomoki Kimura[1], Atsushi Yamazaki[3], Hajime Kita[3], Ichiro Yoshikawa[4]

1. 東北大学、2. タダノ、3. ISAS/JAXA、4. 東京大学
1. Tohoku University, 2. Tadano, 3. ISAS/JAXA, 4. The University of Tokyo

木星の衛星イオは、太陽系で最も活動的な火山活動を持つ天体として知られている。衛星の大気は主に二酸化硫黄からなる火山ガスで構成されており、この大気は木星の磁気圏へと散逸したのちイオン化し、木星磁気圏内のプラズマの9割を占める重要なプラズマ源となる。本講演では、極端紫外線望遠鏡衛星「ひさき」と地上の可視望遠鏡による、衛星から散逸した火山ガスの観測と、地上の赤外望遠鏡による火山のホットスポットの観測から、衛星イオの大気形成と大気散逸、並びに、火山タイプに対するこれらの対応について議論する。

ひさき衛星は地球周回軌道から太陽系惑星の大気・電磁圏の観測を目的とした極端紫外線衛星である。2013年9月に打ち上げられ、衛星イオから散逸ガスのうち、二酸化硫黄ガスの散逸・解離により生成した酸素原子と硫黄・酸素イオン発光のモニタリングを行っている。東北大学のハワイ・ハレアカラ観測では、火山起源ガス中の微量成分であるNaClが散逸・解離したNa発光の可視光観測を行っている。NaClは昇華温度が650K(~1pbar)と高い。このため、NaClの昇華は衛星表面の溶岩流や溶岩湖では昇華が起きず、プリューム活動を伴う高温のホットスポットで発生すると考えられている。このため、NaClの解離により生じるNaはプリューム活動の指標となる。

これらの光学観測は2013年末から2016年にかけて連続的に実施され、幸運にも、2015年1月に、イオでの火山活動に伴う明瞭な発光強度の増加(event 1)の観測に成功した。Na発光がこの時のみ明瞭な増光を示したのに対し、ひさき衛星による原子・イオン発光の観測では、この他に、2014年12月、2016年1月、4月に3回の弱い発光強度の増光を示した(event 2,3,4)。この期間中に、赤外線によるイオの熱放射観測が海外の観測グループにより実施された。赤外線観測は木星による衛星蝕を利用して火山の熱放射の空間分布を観測しており、火山の位置の同定が可能である。この観測から、event 1ではプリュームタイプのKurdalagonが、event 2,3,4では溶岩湖タイプのLokiの活動度の増加が関連していると考えられ、event 1でのみ強いNaの発光が観測されたことと矛盾がない。ひさき衛星からは、すべての事例で酸素原子・イオン、硫黄イオンの増光が確認されたが、event1の増光はevent 2,3,4に比べ強く、event1でのみ大量の酸素・硫黄原子がイオ大気から散逸したことを示している。

これらの観測事実から、イオの大気生成と大気からの散逸の大きさは、イオの火山活動に依存しており、特にプリュームタイプの火山の寄与が大きいことが推測される。イオの大気形成過程ついては、火山ガスによる直接生成と衛星表表面の二酸化硫黄の霜が太陽光による加熱で昇華による説の２つが議論されてきたが、近年の観測的研究は後者を支持している。講演では、本研究の観測則結果から示唆されるイオ大気の形成・散逸過程と火山タイプとの関係について議論する。

キーワード：火山、イオ、ひさき衛星
Keywords: volcano, Io, Hisaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cryovolcanism, a critical review

*栗田 敬[1]
*Kei Kurita[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Inst.,The University of Tokyo

Volcanoes are surface manifestation of internal activity of planets and satellites. In planetary explorations the primarily available data source would be the surface images so that the volcanoes identified on the surface are unique window into the interior. This argument is particularly significant in icy bodies of the outer solar system because exploration data are so limited except for the surface images. Up to now several types of surface morphology have been considered as a product of cryovolcanism. In this presentation I will focus on the general aspects of the cryovolcanism in comparison to the silicate volcanism and would like to emphasize the significant role of hydrate phase in cryovolcanism.

Similarities and dissimilarities between cryovolcanism and silicate volcanism: There exist a lot of similarities between ice and silicate minerals such as the rheological properties and the melting relationship. The depression of the melting point in the existence of accessary components in both systems should play an important role in promoting differentiation. The critical difference is the pressure dependence of the melting temperature and the density contrast between liquid and solid phase. Since water magma is not buoyant in the icy lithosphere this density reversal requires special mechanism for driving water magma to the surface. This situation is, however similar to the continental basalt volcanism. In the icy satellites the stress field in the outer lithosphere plays an important role. Both exogenetic origin such as tidal forcing and endogenous origin such as thermal stress and volume change driven by phase change would be

Significant role of hydrate phase in cryovolcanism: Hydrate is a common phase in the multicomponent system including H2O. It is stable at higher pressure so that it should be an important constituent phase while it decomposes near surface. This may result in explosive behavior because the decomposition is associated with generation of gas phase. Although a lot of combination of the components form various hydrate phases, there exist two planetologically significant end-members, CO2 hydrate and CH4 hydrate. These two have contrasting nature in terms of the density, which would cause different evolution path in the material differentiation.

キーワード：氷火山活動、ハイドレート
Keywords: cryovolcanism, hydrate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽系天体における氷火山：その観測、重要性、将来への展望
Cryovolcanisms on Solar System bodies: Observations, importance, and future perspectives

*関根 康人[1]
*Yasuhito Sekine[1]

1. 東京工業大学地球生命研究所
1. Earth-Life Science Insitute, Tokyo Institute of Technology

Cyrovolcanos are volcanos on icy planetary bodies, erupting liquids and vapors of volatiles (e.g., water, ammonia, methane, and carbon dioxide) from subsurface water reservoirs or oceans. In the Solar System, geologically-active icy moons (e.g., Enceladus, Titan, and potentially Europa) and icy dwarf planets (e.g., Ceres and Pluto) are known to possess cryovolcanisms in the past or even today.

Cryovolcanos are unique windows to reveal the physico-chemical states of the subsurface oceans of the icy bodies, which is essential to understand the thermal evolution and habitability. Morphology of cryovolcanos would be a key to constrain the physical properties (e.g., viscosity and density) of liquids in the subsurface water reservoirs. Chemical compositions of erupting materials would provide information on volatile and salt compositions of the liquids. Eruption of volatiles (e.g., methane and nitrogen) could be also a major source of atmospheric gas species and thus could have affected the surface environments.

Despite such importance, the nature of cryovolcanisms, such as formation mechanisms and eruption styles, is largely unknown. Since pure liquid water is denser than that of ice, dissolved gas species in cryolava would play a key role for its eruption through bubbling and a consequent decline in the bulk density. Dissolved gas/salt in the liquids also controls the viscosity of cryolava. Such importance of dissolved species in cryovolcanisms implies a potential similarity in the role of volatiles in silicate volcanisms on rocky planets, such as Earth. Here we review recent observations of cryovolcanos on the Solar System icy bodies by spacecrafts. We then discuss the possibility of and future perspectives for development of comparative researches between cryo- and silicate-volcanisms in the Solar System.

キーワード：氷天体、太陽系探査、氷火山
Keywords: icy bodies, Solar System exploration, cryovolcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-IS23] 惑星火山学

コンビーナ:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、片岡 香子(新潟大学災害・復興科学研究所)、大槻 静香(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

火山活動は太陽系固体天体に普遍的に存在する自然現象である。探査によって得られる火山地形・地質データからは、窺い知るのが困難な天体内部の情報や形成以降の表層環境情報を抽出することができる。リモートセンシングデータの充実により、地球外の天体表層について露頭スケールでの議論ができる時代が到来している。本セッションでは、太陽系で普遍的に見られる地形である火山について日本での研究土壌を醸成するため、火山学・惑星科学の垣根を越えた情報共有および議論を行う。遠隔地や極限環境での調査、将来の惑星探査を視野に入れた技術の開発に関する話題も対象とする。 また地球上の火山地形・地質を類似物（terrestrial analogue)として扱い、その直接的な分析・解析および他の惑星との比較から、惑星地形・地質を理解する試みも扱う。

[MIS23-P01] **地球・月・火星の溶岩チューブ洞窟形状による溶岩流温度の推定可能性**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[MIS23-P02] 月の海のマグマ噴出過程と時間変化

*諸田 智克[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[MIS23-P03] 高速衝突実験により生成された模擬火山灰粒子形状の統計解析

*野口 里奈[1]、大槻 静香[2]、鈴木 絢子、長谷川 直[1] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、2.産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

[MIS23-P04] Disequilibrium precipitation of salts during rapid freezing of brine: Implications for cryovolcanisms and formation of sodium carbonate of bright spots on Ceres.

*依田 優大[1,2]、関根 康人[2]、丹 秀也[1,2] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京工業大学　地球生命研究所)

地球・月・火星の溶岩チューブ洞窟形状による溶岩流温度の推定可能性
A possible method of lava flow temperature estimation by lava tube cave of Earth,Moon and Mars

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに] 伊豆大島三原山の1951年噴出の溶岩流では、噴火当時の現場の溶岩流の温度や流速と溶岩流厚さを直に測定し、粘性係数と降伏値の温度変化が得られている[(1,2)]。さらに、その後採取された試料を実験室で再溶融させて表面張力の温度変化が測定されている[(3)].また、その後2005年に噴火口縁で発見調査された三原山ホルニトケイブの内外形状から溶岩降伏値と表面張力が同定されている[(4,5,6)]。三原山ホルニトケイブは、溶岩流温度、粘性係数、降伏値、表面張力が明確にされた唯一の貴重な例である。一方、宇宙では、月・火星の溶岩地帯に縦孔が発見されその縦孔下に溶岩チューブ洞窟が存在していることが想定されている[(7,8,9)]。地球の伊豆大島三原山の例に基づき、月・火星での溶岩チューブ形状と内部の痕跡から溶岩降伏値と表面張力を求め溶岩温度と粘性係数を同定する可能性について検討を行った。将来の縦孔探査の一つの目的として重要と考えられる。

[伊豆大島三原山ホルニトケイブから得られる知見]噴火口壁の縁に掲載された三原山ホルニトケイブは初めて2005年に調査され、内部観察と水平断面と縦断面の測量図の作成が行われた[(4)]。この溶岩チューブ洞窟の空洞高さとその傾斜率から、傾斜した円管内を流れるビンガム流体の流動限界条件により、溶岩降伏値f_Bは$f_B=H(\rho g \sin\alpha)/4$から推定される溶岩降伏値5000Paが、内壁表面の溶岩鍾乳のピッチから天井からたれ下がる溶岩鍾乳の凹凸のピッチPを測ることにより溶岩の表面張力$\gamma = P^2 g\rho /4\pi^2$を得ることが出来た。計測されたピッチはおおよそP=3~4cmであり、その時の表面張力は 600～1000ｍN/m が得られている。伊豆大島溶岩の表面張力は横山ら(1970)によって実験室で計測されており、その外挿値の範囲内にある。噴火時の降伏値は粘性係数とともに温度の関数として計測されており（1125℃で4300Pa）[(2)]、溶岩チューブ洞窟高さから得られた降伏値と、表面張力は採取された試料の再溶融により求められた値と整合的であることが明らかとなった[(5,6)]。このことは、過去の噴火による溶岩流温度が不明の場合でも、溶岩チューブ洞窟が存在していれば噴火当時の溶岩温度を推定することが可能であることを示している。

[月・火星への適用と将来探査]月・火星の縦孔の露頭断面には、停止した溶岩流厚さ、溶岩チューブ洞窟高さ、溶岩チューブ洞窟内部には溶岩鍾乳ピッチ、等の痕跡が残されていると考えられるので、その痕跡を利用した溶岩流温度の同定が可能と考えられる。マリウスヒルのリル-Aに存在する Marius Hills Holeについては、露頭の溶岩層平均厚６ｍ、チューブを想定した空洞高さ18ｍと推定傾斜率から降伏値131Paと推定している[(10)]。降伏値の温度依存データが取得されていればリル-Aを流れた溶岩の温度を推定できることになる。最終的にはサンプルプルリターンによる溶岩試料を用いて、あらかじめ粘性係数、降伏値、表面張力の温度変化を測定して、過去の噴火により生成された溶岩チューブ洞窟の空洞高さと傾斜率から得られた降伏値、溶岩鍾乳のピッチから得られた表面張力を、得られている温度変化のデータと照合することにより温度を同定することが出来る。またその温度により粘性係数も同定することが出来る。図１に推定概念を示す。

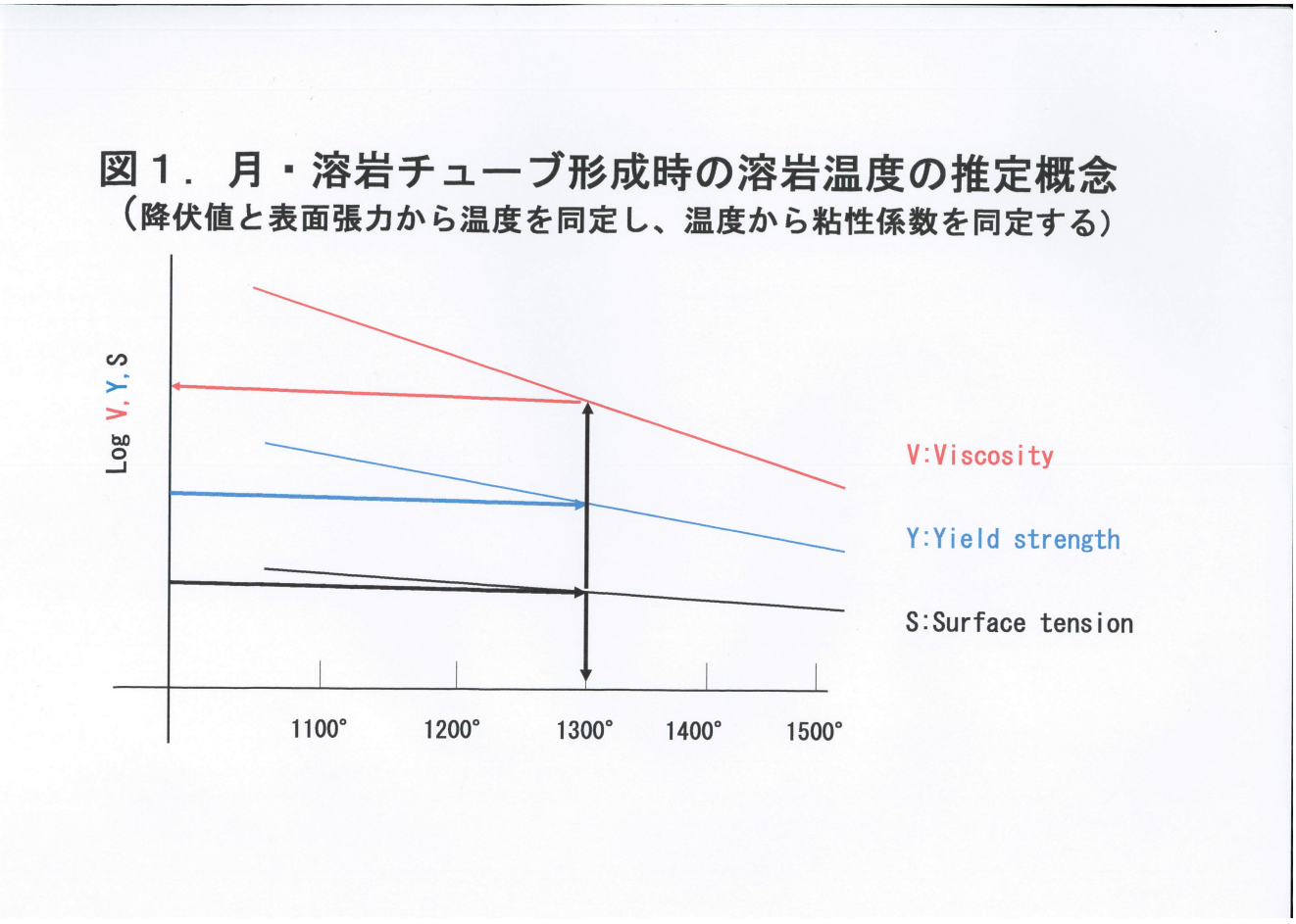
[おわりに]この溶岩流温度の推定法によれば、あらかじめ採取した溶岩試料から溶岩の粘性係数、降伏値、表面張力の温度変化のデータを取得できれば、過去に噴火した地球上および月・火星上の溶岩流の溶岩チューブ洞窟の高さから求めた降伏値と内部の溶岩鍾乳のピッチから求めた表面張力から溶岩の温度を同定し、さらにその温度から溶岩の流れたときの粘性係数を同定できる可能性がある。月・火星での試料採取がすぐには出来ない段階では、溶岩組成情報に基づいた計算による温度変化の物性データを得て、評価するか、あるいは合成試料を作成して温度変化を実測することが考えられる。

参考文献：

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(1)T.Minakami:On the Temperature and Viscosity of the Fresh Lava Extruded in the 1951 Oh-Shima Eruption, 東大地震研彙報, Vol.29,pp.487-493,1951
(2)G.Hulme:The Interpretation of Lava Flow Morphology , Geophys. J. R. astr. Soc. (1974) 39, 361-383
(3) 横山泉、飯塚進：溶融火山岩の表面張力の測定、北大地球物理学研究報告,24:57-61,1970
(4)立原弘、大島治、本多力：東京都大島町の火山洞窟測量と観察報告,火山洞窟学会, 2006
(5) 本多力：V102-001伊豆大島三原山ホルニト直下の溶岩チューブ洞窟から得られる知見,地球惑星科学連合大会,2006.
(6) T.Honda. et al:Investigation on the Lava Tube Cave Located under the Hornito of Mihara-yama in Izu-Oshima Island,Tokyo,Japan, AMCS Bulletin19/SMES Boletin7-2006,pp185-187, Proc.X,XI,XII Internat.Symposia on Vulcanospeleology,2008
(7)J.Haruyama, et al: Possible lunar lava tube skylight observed by SELENE cameras, Geophysical Research Letters, Vol.36,L21206,2009
(8)M.S.Robinson etal:Confirmation of sublunarean voids and thin layering in mare deposits,Planetary and Space Science 69,pp18-27,2012
(9)G.E.Cushing, et al:Geophys. Res. Lett., 34, L17201, doi:10.1029/2007GL030709.2007
(10)本多力: SVC50-05,月の縦孔Marius Hills Hole下部における溶岩チューブ洞窟の存在可能性,地球惑星科学連合大会, 2017

キーワード：溶岩チューブ洞窟、三原山ホルニトケイブ、溶岩流温度
Keywords: lava tube cave, Miharayama hornitocave, lava flow temperature



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月の海のマグマ噴出過程と時間変化
Process of magma eruption on the Moon

*諸田 智克[1]
*Tomokatsu Morota[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Estimates for volumes of mare basalts are essential to understand the thermal conditions of the lunar mantle and its lateral heterogeneity. We have investigated the volumes of mare basalts within farside and nearside basins using topographic and multiband image data obtained by SELENE (Kaguya). Furthermore, using the high-resolution crustal thickness model, we investigated the crustal thickness of major impact basins and its relationship with the mare volumes. Based on these results, we discuss the relationship between the mare volumes and the crustal thickness, differences between magma productions in the farside and nearside mantles, and the processes of magma ascent and eruption.

キーワード：月、海のマグマ活動、衝突盆地、二分性、マグマ噴出
Keywords: Moon, Mare volcanism, Impact basin, Dichotomy, Magma eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高速衝突実験により生成された模擬火山灰粒子形状の統計解析
Statistical analysis of grain morphology generated under hypervelocity impact experiment as an analog of volcanic explosion

*野口 里奈[1]、大槻 静香[2]、鈴木 絢子、長谷川 直[1]
*Rina Noguchi[1], Shizuka Otsuki[2], Ayako I Suzuki, Sunao Hasegawa[1]

1. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、2. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Geological Survey of Japan, AIST

Natural volcanic ash is formed in several states of magma (i.e., solid or melt) and surrounding conditions (e.g., dry or wet settings). These various factors affect the morphology of ash grain. For example, in a wet setting, moss-like grains are often formed (e.g., Wohletz, 1983). Thus, grain shape of volcanic ash tells us its fragmentation process. This would be useful to estimate eruption mechanism both for on-going and historical eruptions. However, it is difficult to extract the fragmentation mechanism from the grain morphology because of the complex natural system (i.e., not by a single mechanism). Furthermore, manual verification of numbers of ash grains takes a long time and need training. To simplified these issues, we proposed a technique to measure the morphology of volcanic ash grains by using an automatic grain analyzing system (Noguchi et al., in prep.). In this study, we apply the technique to the grains formed by an impact in a laboratory in order to verify the accuracy and applicability of the technique. We used a two-stage light-gas gun in ISAS, JAXA. Grains were collected using a Styrofoam box and segregated with d-limonene. After that, we measured shape parameters and transparency using an automated grain analyzer (Morphologi G3S, Malvern Inst.) of AIST. The measured parameters of grain shape are aspect ratio, high-sensitivity circularity, convexity, and solidity. We also measured transparency of each grain. In this presentation, we show its preliminary result and indicate its applicability to returned sample from other planetary bodies such as Itokawa, Ryugu, and Phobos.

キーワード：火山灰、衝突実験、粒子形状
Keywords: Volcanic ash, Impact experiment, grain morphology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Disequilibrium precipitation of salts during rapid freezing of brine: Implications for cryovolcanisms and formation of sodium carbonate of bright spots on Ceres.

*依田 優大[1,2]、関根 康人[2]、丹 秀也[1,2]
*Masahiro Yoda[1,2], Yasuhito Sekine[2], Shuya Tan[1,2]

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京工業大学　地球生命研究所
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

NASA’s Dawn spacecraft has found geological evidence for cryovolcanoes on Ceres, the dwarf planet in the main belt. Erupted materials from Ceres’ cryovolcanoes are generally bright and distribute locally over Ceres in association with floor-fractured craters and dome-like features, which have young surface ages (e.g., Buczkowski et al, 2016; Ruesch et al, 2016). The bright materials are considered to be composed mainly of sodium carbonate and ammonium salts, which are different from the average crustal compositions (a mixture of magnesium-calcium carbonates and ammonia phyllosilicates) (De Sanctis, 2016; Zambon et al, 2016). The particular compositions of bright materials could provide unique information on the formation and evolution of liquid reservoirs within Ceres.

Two possible processes have been proposed for the formation of liquid reservoirs that generate Ceres’ bright spots: One is remnants of a global subsurface ocean formed in the early history of Ceres (Castillo-Rogez et al, 2018), and the other is impact-induced melting of surface materials in a recent time (Zolotov, 2017). Using thermochemical equilibrium models, Castillo-Rogez et al. (2018) suggest that freezing of an early global ocean on Ceres may not be able to generate salt materials found on bright spots. To account for the abundance and composition of salts on bright spots, Zolotov (2017) suggests extremely high concentrations of dissolved ions in localized liquid reservoirs, possibly generated by re-melting of surface due to a recent impact. These equilibrium models suggest the difficulty to form the salt compositions of the bright spots directly from freezing of an early global ocean. However, Vu et al. (2017) and Thomas et al. (2018) experimentally show the importance of kinetics in salt precipitation from rapidly freezing brine. Thomas et al. (2018) show kinetically preference of precipitation of ammonia-bearing salts upon rapid freezing of Na-NH_4-CO_3-Cl brine despite their thermochemical instability. This implies the disequilibria in salt precipitation may have played a key role to determine the salt composition of bright spots.

In the present study, we compare the results of salt precipitation using thermochemical equilibrium model of FREZCHEM with those formed by rapid freezing in laboratory experiments to evaluate the effects of disequilibria. The starting solutions are prepared based on thermochemical calculations of water-rock reactions within early Ceres. We also measure infrared spectra of the salt precipitates to compare with the observations of bright spots on Ceres.

キーワード：氷火山、セレス、熱化学平衡
Keywords: Cryovolcanos, Ceres, Thermochemical equilibrium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS23] 惑星火山学

コンビーナ:野口 里奈(宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、片岡 香子(新潟大学災害・復興科学研究所)、大槻 静香(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

火山活動は太陽系固体天体に普遍的に存在する自然現象である。探査によって得られる火山地形・地質データからは、窺い知るのが困難な天体内部の情報や形成以降の表層環境情報を抽出することができる。リモートセンシングデータの充実により、地球外の天体表層について露頭スケールでの議論ができる時代が到来している。本セッションでは、太陽系で普遍的に見られる地形である火山について日本での研究土壌を醸成するため、火山学・惑星科学の垣根を越えた情報共有および議論を行う。遠隔地や極限環境での調査、将来の惑星探査を視野に入れた技術の開発に関する話題も対象とする。 また地球上の火山地形・地質を類似物（terrestrial analogue)として扱い、その直接的な分析・解析および他の惑星との比較から、惑星地形・地質を理解する試みも扱う。

[MIS23-P01] **地球・月・火星の溶岩チューブ洞窟形状による溶岩流温度の推定可能性**

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[MIS23-P02] 月の海のマグマ噴出過程と時間変化

*諸田 智克[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科)

[MIS23-P03] 高速衝突実験により生成された模擬火山灰粒子形状の統計解析

*野口 里奈[1]、大槻 静香[2]、鈴木 絢子、長谷川 直[1] (1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、2.産業技術総合研究所 地質調査総合センター)

[MIS23-P04] Disequilibrium precipitation of salts during rapid freezing of brine: Implications for cryovolcanisms and formation of sodium carbonate of bright spots on Ceres.

*依田 優大[1,2]、関根 康人[2]、丹 秀也[1,2] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京工業大学　地球生命研究所)

地球・月・火星の溶岩チューブ洞窟形状による溶岩流温度の推定可能性
A possible method of lava flow temperature estimation by lava tube cave of Earth,Moon and Mars

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに] 伊豆大島三原山の1951年噴出の溶岩流では、噴火当時の現場の溶岩流の温度や流速と溶岩流厚さを直に測定し、粘性係数と降伏値の温度変化が得られている[(1,2)]。さらに、その後採取された試料を実験室で再溶融させて表面張力の温度変化が測定されている[(3)].また、その後2005年に噴火口縁で発見調査された三原山ホルニトケイブの内外形状から溶岩降伏値と表面張力が同定されている[(4,5,6)]。三原山ホルニトケイブは、溶岩流温度、粘性係数、降伏値、表面張力が明確にされた唯一の貴重な例である。一方、宇宙では、月・火星の溶岩地帯に縦孔が発見されその縦孔下に溶岩チューブ洞窟が存在していることが想定されている[(7,8,9)]。地球の伊豆大島三原山の例に基づき、月・火星での溶岩チューブ形状と内部の痕跡から溶岩降伏値と表面張力を求め溶岩温度と粘性係数を同定する可能性について検討を行った。将来の縦孔探査の一つの目的として重要と考えられる。

[伊豆大島三原山ホルニトケイブから得られる知見]噴火口壁の縁に掲載された三原山ホルニトケイブは初めて2005年に調査され、内部観察と水平断面と縦断面の測量図の作成が行われた[(4)]。この溶岩チューブ洞窟の空洞高さとその傾斜率から、傾斜した円管内を流れるビンガム流体の流動限界条件により、溶岩降伏値f_Bは$f_B=H(\rho g \sin\alpha)/4$から推定される溶岩降伏値5000Paが、内壁表面の溶岩鍾乳のピッチから天井からたれ下がる溶岩鍾乳の凹凸のピッチPを測ることにより溶岩の表面張力$\gamma = P^2 g\rho /4\pi^2$を得ることが出来た。計測されたピッチはおおよそP=3~4cmであり、その時の表面張力は 600～1000ｍN/m が得られている。伊豆大島溶岩の表面張力は横山ら(1970)によって実験室で計測されており、その外挿値の範囲内にある。噴火時の降伏値は粘性係数とともに温度の関数として計測されており（1125℃で4300Pa）[(2)]、溶岩チューブ洞窟高さから得られた降伏値と、表面張力は採取された試料の再溶融により求められた値と整合的であることが明らかとなった[(5,6)]。このことは、過去の噴火による溶岩流温度が不明の場合でも、溶岩チューブ洞窟が存在していれば噴火当時の溶岩温度を推定することが可能であることを示している。

[月・火星への適用と将来探査]月・火星の縦孔の露頭断面には、停止した溶岩流厚さ、溶岩チューブ洞窟高さ、溶岩チューブ洞窟内部には溶岩鍾乳ピッチ、等の痕跡が残されていると考えられるので、その痕跡を利用した溶岩流温度の同定が可能と考えられる。マリウスヒルのリル-Aに存在する Marius Hills Holeについては、露頭の溶岩層平均厚６ｍ、チューブを想定した空洞高さ18ｍと推定傾斜率から降伏値131Paと推定している[(10)]。降伏値の温度依存データが取得されていればリル-Aを流れた溶岩の温度を推定できることになる。最終的にはサンプルプルリターンによる溶岩試料を用いて、あらかじめ粘性係数、降伏値、表面張力の温度変化を測定して、過去の噴火により生成された溶岩チューブ洞窟の空洞高さと傾斜率から得られた降伏値、溶岩鍾乳のピッチから得られた表面張力を、得られている温度変化のデータと照合することにより温度を同定することが出来る。またその温度により粘性係数も同定することが出来る。図１に推定概念を示す。

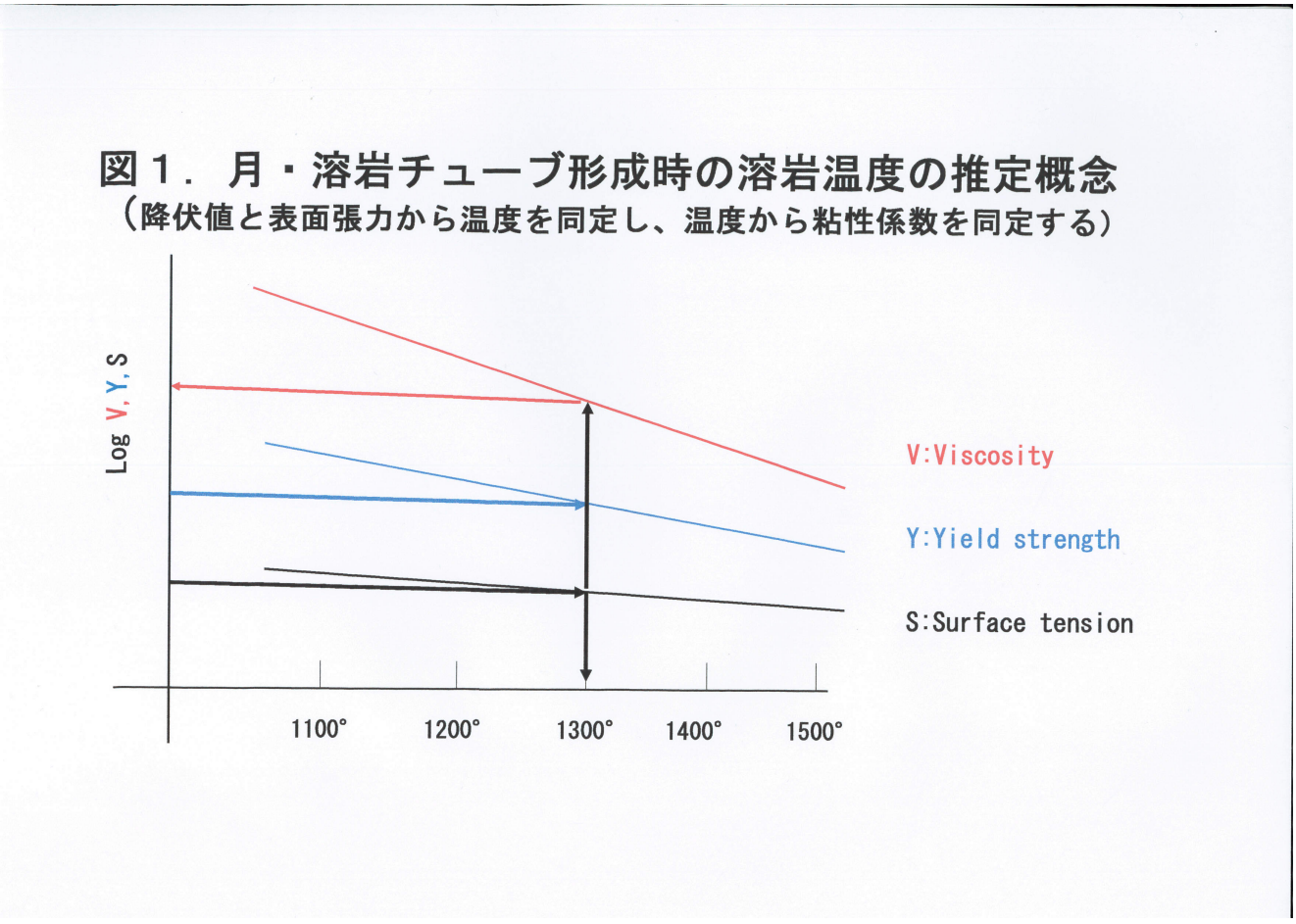
[おわりに]この溶岩流温度の推定法によれば、あらかじめ採取した溶岩試料から溶岩の粘性係数、降伏値、表面張力の温度変化のデータを取得できれば、過去に噴火した地球上および月・火星上の溶岩流の溶岩チューブ洞窟の高さから求めた降伏値と内部の溶岩鍾乳のピッチから求めた表面張力から溶岩の温度を同定し、さらにその温度から溶岩の流れたときの粘性係数を同定できる可能性がある。月・火星での試料採取がすぐには出来ない段階では、溶岩組成情報に基づいた計算による温度変化の物性データを得て、評価するか、あるいは合成試料を作成して温度変化を実測することが考えられる。

参考文献：

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(1)T.Minakami:On the Temperature and Viscosity of the Fresh Lava Extruded in the 1951 Oh-Shima Eruption, 東大地震研彙報, Vol.29,pp.487-493,1951
(2)G.Hulme:The Interpretation of Lava Flow Morphology , Geophys. J. R. astr. Soc. (1974) 39, 361-383
(3) 横山泉、飯塚進：溶融火山岩の表面張力の測定、北大地球物理学研究報告,24:57-61,1970
(4)立原弘、大島治、本多力：東京都大島町の火山洞窟測量と観察報告,火山洞窟学会, 2006
(5) 本多力：V102-001伊豆大島三原山ホルニト直下の溶岩チューブ洞窟から得られる知見,地球惑星科学連合大会,2006.
(6) T.Honda. et al:Investigation on the Lava Tube Cave Located under the Hornito of Mihara-yama in Izu-Oshima Island,Tokyo,Japan, AMCS Bulletin19/SMES Boletin7-2006,pp185-187, Proc.X,XI,XII Internat.Symposia on Vulcanospeleology,2008
(7)J.Haruyama, et al: Possible lunar lava tube skylight observed by SELENE cameras, Geophysical Research Letters, Vol.36,L21206,2009
(8)M.S.Robinson etal:Confirmation of sublunarean voids and thin layering in mare deposits,Planetary and Space Science 69,pp18-27,2012
(9)G.E.Cushing, et al:Geophys. Res. Lett., 34, L17201, doi:10.1029/2007GL030709.2007
(10)本多力: SVC50-05,月の縦孔Marius Hills Hole下部における溶岩チューブ洞窟の存在可能性,地球惑星科学連合大会, 2017

キーワード：溶岩チューブ洞窟、三原山ホルニトケイブ、溶岩流温度
Keywords: lava tube cave, Miharayama hornitocave, lava flow temperature



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月の海のマグマ噴出過程と時間変化
Process of magma eruption on the Moon

*諸田 智克[1]
*Tomokatsu Morota[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Estimates for volumes of mare basalts are essential to understand the thermal conditions of the lunar mantle and its lateral heterogeneity. We have investigated the volumes of mare basalts within farside and nearside basins using topographic and multiband image data obtained by SELENE (Kaguya). Furthermore, using the high-resolution crustal thickness model, we investigated the crustal thickness of major impact basins and its relationship with the mare volumes. Based on these results, we discuss the relationship between the mare volumes and the crustal thickness, differences between magma productions in the farside and nearside mantles, and the processes of magma ascent and eruption.

キーワード：月、海のマグマ活動、衝突盆地、二分性、マグマ噴出
Keywords: Moon, Mare volcanism, Impact basin, Dichotomy, Magma eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高速衝突実験により生成された模擬火山灰粒子形状の統計解析
Statistical analysis of grain morphology generated under hypervelocity impact experiment as an analog of volcanic explosion

*野口 里奈[1]、大槻 静香[2]、鈴木 絢子、長谷川 直[1]
*Rina Noguchi[1], Shizuka Otsuki[2], Ayako I Suzuki, Sunao Hasegawa[1]

1. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、2. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター
1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Geological Survey of Japan, AIST

Natural volcanic ash is formed in several states of magma (i.e., solid or melt) and surrounding conditions (e.g., dry or wet settings). These various factors affect the morphology of ash grain. For example, in a wet setting, moss-like grains are often formed (e.g., Wohletz, 1983). Thus, grain shape of volcanic ash tells us its fragmentation process. This would be useful to estimate eruption mechanism both for on-going and historical eruptions. However, it is difficult to extract the fragmentation mechanism from the grain morphology because of the complex natural system (i.e., not by a single mechanism). Furthermore, manual verification of numbers of ash grains takes a long time and need training. To simplified these issues, we proposed a technique to measure the morphology of volcanic ash grains by using an automatic grain analyzing system (Noguchi et al., in prep.). In this study, we apply the technique to the grains formed by an impact in a laboratory in order to verify the accuracy and applicability of the technique. We used a two-stage light-gas gun in ISAS, JAXA. Grains were collected using a Styrofoam box and segregated with d-limonene. After that, we measured shape parameters and transparency using an automated grain analyzer (Morphologi G3S, Malvern Inst.) of AIST. The measured parameters of grain shape are aspect ratio, high-sensitivity circularity, convexity, and solidity. We also measured transparency of each grain. In this presentation, we show its preliminary result and indicate its applicability to returned sample from other planetary bodies such as Itokawa, Ryugu, and Phobos.

キーワード：火山灰、衝突実験、粒子形状
Keywords: Volcanic ash, Impact experiment, grain morphology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Disequilibrium precipitation of salts during rapid freezing of brine: Implications for cryovolcanisms and formation of sodium carbonate of bright spots on Ceres.

*依田 優大[1,2]、関根 康人[2]、丹 秀也[1,2]
*Masahiro Yoda[1,2], Yasuhito Sekine[2], Shuya Tan[1,2]

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京工業大学　地球生命研究所
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

NASA’s Dawn spacecraft has found geological evidence for cryovolcanoes on Ceres, the dwarf planet in the main belt. Erupted materials from Ceres’ cryovolcanoes are generally bright and distribute locally over Ceres in association with floor-fractured craters and dome-like features, which have young surface ages (e.g., Buczkowski et al, 2016; Ruesch et al, 2016). The bright materials are considered to be composed mainly of sodium carbonate and ammonium salts, which are different from the average crustal compositions (a mixture of magnesium-calcium carbonates and ammonia phyllosilicates) (De Sanctis, 2016; Zambon et al, 2016). The particular compositions of bright materials could provide unique information on the formation and evolution of liquid reservoirs within Ceres.

Two possible processes have been proposed for the formation of liquid reservoirs that generate Ceres’ bright spots: One is remnants of a global subsurface ocean formed in the early history of Ceres (Castillo-Rogez et al, 2018), and the other is impact-induced melting of surface materials in a recent time (Zolotov, 2017). Using thermochemical equilibrium models, Castillo-Rogez et al. (2018) suggest that freezing of an early global ocean on Ceres may not be able to generate salt materials found on bright spots. To account for the abundance and composition of salts on bright spots, Zolotov (2017) suggests extremely high concentrations of dissolved ions in localized liquid reservoirs, possibly generated by re-melting of surface due to a recent impact. These equilibrium models suggest the difficulty to form the salt compositions of the bright spots directly from freezing of an early global ocean. However, Vu et al. (2017) and Thomas et al. (2018) experimentally show the importance of kinetics in salt precipitation from rapidly freezing brine. Thomas et al. (2018) show kinetically preference of precipitation of ammonia-bearing salts upon rapid freezing of Na-NH_4-CO_3-Cl brine despite their thermochemical instability. This implies the disequilibria in salt precipitation may have played a key role to determine the salt composition of bright spots.

In the present study, we compare the results of salt precipitation using thermochemical equilibrium model of FREZCHEM with those formed by rapid freezing in laboratory experiments to evaluate the effects of disequilibria. The starting solutions are prepared based on thermochemical calculations of water-rock reactions within early Ceres. We also measure infrared spectra of the salt precipitates to compare with the observations of bright spots on Ceres.

キーワード：氷火山、セレス、熱化学平衡
Keywords: Cryovolcanos, Ceres, Thermochemical equilibrium

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | 201B 2F

[M-IS28] 化学合成生態系と熱水・湧水・泥火山

コンビーナ:ジェンキンズ ロバート(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、土岐 知弘(琉球大学理学部)、井尻 暁(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、延原 尊美(静岡大学教育学部理科教育講座地学教室)、渡部 裕美(海洋研究開発機構)、浅田 美穂(国立研究法人海洋研究開発機構)、座長:土岐 知弘、Robert Jenkins(金沢大学)

化学合成細菌を一次生産者とする化学合成生態系は、太陽エネルギーが届かない深海の熱水噴出孔や冷湧水周辺など多様かつ極限環境に成立する化学合成生態系は、地球史を通じて分類構成や分布パタンを変化させてきたが、その原因や背景は明らかにされていない。
泥火山は、地下の流体と堆積物が地表に至り形成する地形的特徴である。泥火山は地下と地表を繋ぐ炭素循環、地下生命圏の移動・拡散、自然災害や土木など他分野に影響を及ぼすが実態解明に至っていない。日本の泥火山の多くは海域で確認され、周辺に冷湧水噴き出し場を伴うことが知られている。
「堆積物と流体を大規模に移動させる泥火山」と「地下からの流体移動に依存して進化する生態系」を視野の一部に入れて、化学合成生態系を通して泥火山活動実態に迫り、同時に化学合成生態系の分布変化や進化の謎に迫るために、このたび「化学合成生態系」および「泥火山」の２セッションを統合し共通の議論の場を設けた。投稿には、従来の個々のセッションに特徴的な内容はもちろん、生物・化学・地質ほか分野を横断する関連の話題を歓迎する。

13:45 ~ 14:00

[MIS28-01] Upper Pliocene large lucinid communities with cold-seep carbonates from the Shimajiri Group in the Miyagi-jima Island off the central part of Okinawa-jima Island, Japan

*延原 尊美[1]、ジェンキンズ ロバート[2]、野村 真一[3] (1.静岡大学教育学部理科教育講座地学教室、2.金沢大学理工研究域自然システム学系、3.千葉県立木更津高等学校)

14:00 ~ 14:15

[MIS28-02] 北海道夕張市に分布する前期白亜紀メタン湧水性化石群集

*島津 七海[1]、ジェンキンズ ロバート[1] (1.金沢大学)

14:15 ~ 14:30

[MIS28-03] 中生代以降のメタン湧水性生物群集の組成は何がコントロールしているのか？マリンスノー仮説

*ジェンキンズ ロバート[1] (1.金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)

14:30 ~ 14:45

[MIS28-04] メタン湧水炭酸塩岩の局所Sr同位体比分析：地質時代の湧水の起源解明に向けて

★招待講演

*宮嶋 佑典[1]、Michał Jakubowicz[2,3]、平田 岳史[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2.Institute of Geoecology and Geoinformation, Adam Mickiewicz University, Poland、3.Isotope Laboratory, Adam Mickiewicz University, Poland)

14:45 ~ 15:00

[MIS28-05] 深海泥火山の山体内部深部のメタン濃度推定

★招待講演

*Kioka A.[1]、Tsuji T.[2]、Otsuka H.[3]、Ashi J.[3] (1.インスブルック大学、2.九州大学、3.東京大学)

15:00 ~ 15:15

[MIS28-06] Discussion

*ジェンキンズ ロバート[1] (1.金沢大学理工研究域自然システム学系)

Upper Pliocene large lucinid communities with cold-seep carbonates from the Shimajiri Group in the Miyagi-jima Island off the central part of Okinawa-jima Island, Japan

*延原 尊美[1]、ジェンキンズ ロバート[2]、野村 真一[3]
*Takami Nobuhara[1], Robert Jenkins[2], Shin-ichi Nomura[3]

1. 静岡大学教育学部理科教育講座地学教室、2. 金沢大学理工研究域自然システム学系、3. 千葉県立木更津高等学校
1. Science Education (Geology), Faculty of Education, Shizuoka University, 2. School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University, 3. Chiba Prefectural Kisarazu High School

沖縄本島中部宮城島に分布する島尻層群の上部鮮新統より発見された大型ツキガイ類化石群集と冷湧水コンクリーション

キーワード：化学合成、湧水、ツキガイ科、沖縄、鮮新世
Keywords: chemosynthesis, cold seepage, Lucinidae, Okinawa, Pliocene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道夕張市に分布する前期白亜紀メタン湧水性化石群集
Chemosynthetic fossil community in Early Cretaceous methane seep from Yubari City, Hokkaido

*島津 七海[1]、ジェンキンズ ロバート[1]
*Nanami Shimazu[1], Robert Jenkins[1]

1. 金沢大学
1. Kanazawa University

日本列島では、後期白亜紀以降におけるメタン湧水の化石記録は豊富だが，前期白亜紀の化石記録についてはあまり知られていない．本研究では，北海道夕張市の歌越沢で発見された地質時代が前期白亜紀（アルビアン期）とされるメタン湧水性炭酸塩岩について，堆積岩岩石学的，同位体地球科学的，古生物学的検討を行った．

多くの炭酸塩岩が沢に沿って発見され，炭酸塩岩のサイズの分布は供給源が単一の露頭であることを示唆している．炭酸塩岩は，主に灰色の斑状ブロックからなるモザイク模様を示し，空隙は層状や塊状のカルサイトに埋められている．詳細を観察すると，ミクライトと刃状カルサイトが炭酸塩岩の形成初期に沈殿しており，炭素同位体比が−45.8〜−35.8‰VPDB，酸素同位体比が−25.4〜−17.9‰VPDBであった．

岩石学的および地球科学的特徴は炭酸塩岩の形成が，メタン湧水における微生物活動によって起きた嫌気的メタン酸化（AOM）によるものであることを示している．

炭酸塩岩からは，*Caspiconcha*, lucinids, *Nucinella*, solemyids, thyasirids,などの多くの二枚貝やhokkaidoconchidなどの腹足類が産出した．これらの軟体動物は世界中の白亜紀メタン湧水から産出しているメタン湧水特徴種である．本研究地域からは腕足類は産出しなかった．歌越沢にみられる化石群集は，この地域のメタン湧水が化学合成軟体動物種を主体としていることを示したのに対して，カルフォルニア州で発見されている前期白亜紀メタン湧水は腕足類が特徴的に産出することが報告されている．
Campbell and Bottjer（1995）は，メタン湧水における群集組成が前期白亜紀から後期白亜紀への時代変化にともない，優占種が腕足類から二枚貝へと変化したことを示唆した．しかし，本研究の結果を踏まえると，この現象が前期ー後期白亜紀に起きたのはカルフォルニア州などの一部地域のみである可能性がある．

キーワード：メタン湧水、前期白亜紀、化学合成化石群集
Keywords: methane seep, Early Cretaceous, Chemosynthetic fossil community

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中生代以降のメタン湧水性生物群集の組成は何がコントロールしているのか？マリンスノー仮説

Marine Snow Hypothesis: What is controling faunal composition of the methane-seep since Mesozoic?

*ジェンキンズ ロバート[1]
*Robert Jenkins[1]

1. 金沢大学理工研究域地球社会基盤学系
1. School of Geosciences and Civil Engineering, College of Science and Engineering, Kanazawa University

Fossil record of the methane-seep communities shows several interesting phenomena. One of it is the decreasing of epifaunal bivalve/brachiopod in Late Cretaceous. There are several hypotheses, e.g. “sulfate hypothesis” by Kiel (2015), are proposed to explain the situation. Here, I propose another hypothesis to explain the lacking of epifaunal bivalves/brachiopods in the Late Cretaceous. Occurring pattern of epifaunal bivalves/brachiopods through Paleozoic to Neogene is apparently corresponding to the oil resources in sedimentary rocks in each age. The oil production in the sediments are largely related to the primary production in marine, and the origin of methane is ultimately related to the organic matter in the sediment as almost same as oils. The organic matter, deposited on the sea floor, was subsequently used for the generation of methane in the anoxic condition beneath the sea floor after buried. In the case of increasing organic matter settled onto the sea floor, production of methane would be increasing, and if the organic matter decrease, the production rate of methane would be decrease. These methane is energy source for the chemosynthetic community, thus, the primary production rate at the sea surface level by the photosynthesis may control the presence/absence of epifaunal bivalve/brachiopod in seep environment. I coined this hypothesis as 'Marine Snow Hypothesis', because the particulated organic matter sinking to the sea floor is called marine snow.

キーワード：有機物生産量、メタン生成、化学合成群集
Keywords: organic flux, methanogenesis, chemosynthetic community

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

メタン湧水炭酸塩岩の局所Sr同位体比分析：地質時代の湧水の起源解明に向けて

In situ Sr isotope analysis of methane-seep carbonates: insight into ancient subseafloor fluid circulation

*宮嶋 佑典[1]、Michał Jakubowicz[2,3]、平田 岳史[1]
*Yusuke Miyajima[1], Michał Jakubowicz[2,3], Takafumi Hirata[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2. Institute of Geoecology and Geoinformation, Adam Mickiewicz University, Poland、3. Isotope Laboratory, Adam Mickiewicz University, Poland
1. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Institute of Geoecology and Geoinformation, Adam Mickiewicz University, Poland, 3. Isotope Laboratory, Adam Mickiewicz University, Poland

メタン湧水は大陸縁辺域でテクトニクスに伴う流体移動によって湧出し、海底に化学合成生態系を繁栄させてきた。湧出する水はその起源や湧出経路に応じた元素・同位体組成をもつため、海底下での水と岩石の相互作用や物質循環を知る手がかりとなる。メタンの湧出場では、メタンが微生物に消費されて炭酸水素イオンを生成することで炭酸塩が沈殿する。この炭酸塩は過去に湧出していた水の元素・同位体組成を記録しているため、湧水起源の炭酸塩の元素・同位体組成を使って地質時代の湧水の起源や移動経路を推定することが試みられてきた（Jakubowicz et al., 2015, 2019など）。

ストロンチウム同位体比（$^{87}Sr/^{86}Sr$）は流体循環や水–岩石相互作用のトレーサーの1つであり、湧水炭酸塩の研究にも応用されてきた（Peckmann et al., 2001; Joseph et al., 2012; Jakubowicz et al., 2019）。湧水炭酸塩は、粘土や砕屑粒子に富むマトリックスと砕屑物を含まない空隙セメントを主とする複雑な組織を呈することが多い。セメント部には海底面付近の堆積物の影響のない、湧水由来のSr同位体組成が保存されていると考えられるが、ミリメートルスケール以下のセメント部をマトリックスの混入なしにマイクロドリルでサンプリングすることは従来困難であった。そこで本研究では、炭酸塩セメントから堆積物の影響のない過去の湧水由来の同位体組成を検出するため、レーザーアブレーション-多重検出器型誘導結合プラズマ質量分析計（LA-MC-ICP-MS）を用いた高空間分解能なSr同位体比分析を行った。LA-MC-ICP-MSにより、モロッコの中部デボン系Hollard Moundとチェコ共和国の下部白亜系Baškaで採取された湧水炭酸塩のリムセメントのSr同位体比を測定した。その結果、マイクロドリルでサンプリングし表面電離型質量分析計を用いて測定された値（Jakubowicz et al., 2019）と整合的な同位体比が得られた。また、北海道の上部白亜系前弧海盆堆積物（蝦夷層群）より産出する冷湧水炭酸塩を対象に、放射状セメントのSr同位体比を測定した。蝦夷層群はジュラ系～下部白亜系の塩基性岩を基盤とし、湧水に深部の基盤岩由来の流体の寄与があれば、湧水炭酸塩は^{87}Srに乏しい同位体比を示すと期待される。北海道の1産地（学校の沢）の炭酸塩の測定結果は、同時代の海水よりも^{87}Srに乏しい値を示し、深部流体の寄与が示唆された。今後北海道のその他の白亜系湧水炭酸塩からも、^{87}Srに乏しい同位体比を検出することで、白亜紀のユーラシア大陸縁辺の沈み込み帯における海底下深部での流体循環を読み解く手がかりが得られると期待される。

キーワード：炭酸塩、流体循環、LA-MC-ICP-MS、メタン湧水、ストロンチウム同位体
Keywords: Carbonate, Fluid flow, LA-MC-ICP-MS, Methane seep, Strontium isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深海泥火山の山体内部深部のメタン濃度推定
Monitoring CH_4 amounts deep inside deep-water mud volcanoes

*Kioka A.[1]、Tsuji T.[2]、Otsuka H.[3]、Ashi J.[3]
*A. Kioka[1], T. Tsuji[2], H. Otsuka[3], J. Ashi[3]

1. インスブルック大学、2. 九州大学、3. 東京大学
1. Universität Innsbruck, Austria, 2. Kyushu University, Japan, 3. The University of Tokyo, Japan

これまで、泥火山からは大量のメタンガスが放出されていることや、そのメタンの起源についての理解が進んできた。しかし、サンプリングおよび測定の難しさから、海底泥火山の内部に潜在するメタン量の評価は厳密に行われてこなかった。また泥火山内部のメタン量の推定は、現状として間隙水測定やハイドレートに委ねられてきた。本研究では、地球化学と地球物理学の知見を融合し、海底泥火山の内部深部のメタン濃度を推定できる計算手法を開発した。これにより、地震波速度データを用いれば、報告例のない海底泥火山内部のフリーガス量の推定だけでなくハイドレート安定領域以深へのメタン量推定の拡張が可能になった。例えば、本アプローチを東地中海と南海トラフのプレート沈み込み帯の海底泥火山に適用すると、山体内部深部には堆積物総質量中1000～3500 ppmの溶存メタンおよびフリーガスが存在することがわかった。こういったメタン濃度の定量化は、過小評価されてきた海底泥火山の炭素循環への寄与度ならびに生物群集に与えるインパクトを再評価するきっかけにもなるだけでなく、メタンガスに影響される泥火山活動自体の理解を進めることができるであろう。

キーワード：海底泥火山、メタン濃度、溶存メタン・フリーガス、化学熱力学、岩石物理
Keywords: Submarine mud volcanoes, Methane concentration, Gaseous and dissolved methane, Chemical thermodynamics, Rock physics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discussion

*ジェンキンズ ロバート[1]
*Robert Jenkins[1]

1. 金沢大学理工研究域自然システム学系
1. School of Natural System, College of Science and Engineering, Kanazawa University

Discussion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-IS28] 化学合成生態系と熱水・湧水・泥火山

コンビーナ:ジェンキンズ ロバート(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、土岐 知弘(琉球大学理学部)、井尻 暁(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、延原 尊美(静岡大学教育学部理科教育講座地学教室)、渡部 裕美(海洋研究開発機構)、浅田 美穂(国立研究法人海洋研究開発機構)

化学合成細菌を一次生産者とする化学合成生態系は、太陽エネルギーが届かない深海の熱水噴出孔や冷湧水周辺など多様かつ極限環境に成立する化学合成生態系は、地球史を通じて分類構成や分布パタンを変化させてきたが、その原因や背景は明らかにされていない。
泥火山は、地下の流体と堆積物が地表に至り形成する地形的特徴である。泥火山は地下と地表を繋ぐ炭素循環、地下生命圏の移動・拡散、自然災害や土木など他分野に影響を及ぼすが実態解明に至っていない。日本の泥火山の多くは海域で確認され、周辺に冷湧水噴き出し場を伴うことが知られている。
「堆積物と流体を大規模に移動させる泥火山」と「地下からの流体移動に依存して進化する生態系」を視野の一部に入れて、化学合成生態系を通して泥火山活動実態に迫り、同時に化学合成生態系の分布変化や進化の謎に迫るために、このたび「化学合成生態系」および「泥火山」の２セッションを統合し共通の議論の場を設けた。投稿には、従来の個々のセッションに特徴的な内容はもちろん、生物・化学・地質ほか分野を横断する関連の話題を歓迎する。

[MIS28-P01] 海域泥火山分布が示唆する西南日本太平洋側海底下の不均一な環境

*浅田 美穂[1,2]、北田 数也[2] (1.日本学術振興会特別研究員、2.国立研究法人海洋研究開発機構)

[MIS28-P02] 化学合成細菌を共生させるゴエモンコシオリエビの新しい分布域の発見とその分散能力の推定

*渡部 裕美[1]、Chen Chong[1]、Chan Tin-Yam[2]、Yang Chien-Hui[2]、Wang Chu-Chang[3]、御手洗 哲司[4]、山本 啓之[1] (1.海洋研究開発機構、2.国立台湾海洋大学、3.台湾海洋科学技術研究センター、4.沖縄科学技術大学院大学)

[MIS28-P03] 九十九湾に設置した鯨骨に生息するノリコイソメ科多毛類の分類と食性

*鈴木 碧[1]、ジェンキンズ ロバート[1]、小木曽 正造[2]、鈴木 信雄[3] (1.金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2.金沢大学総合技術部、3.金沢大学環日本海域環境研究センター)

海域泥火山分布が示唆する西南日本太平洋側海底下の不均一な環境
An offshore mud volcano that indicates a heterogeneous subseafloor geological environment: a case study along southwest Japan

*浅田 美穂[1,2]、北田 数也[2]
*Miho Asada[1,2], Kazuya Kitada[2]

1. 日本学術振興会特別研究員、2. 国立研究法人海洋研究開発機構
1. JSPS Research Fellow, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

「泥火山」は広域圧縮応力環境下で地下の堆積物が流体と共に上昇して地表に到達し形成する地形的特徴である。海底に発現した泥火山が山体を形成し、その形状を保つ（削剥されない）ためには、主たる構成物である「泥」の継続した供給が必要とされる（Kopf, 2002）。さらに堆積物が地表に至るためにはガスを含有する必要があるとする議論と併せて（Brown and Orange, 1993）、泥火山はその存在そのものが直下付近の地下環境を反映していると言える。

日本国内においても泥火山は海陸に知られている（田近ほか, 2009; Kuramoto et al., 2001など）。南端を南海トラフに縁取られる熊野海盆は、日本の代表的な海域泥火山フィールドの一つで、これまでに少なくとも14の泥火山が報告されている（Kuramoto et al., 2001; Morita et al., 2004; Pape et al., 2014; Asada et al., 2017）。2016年の観測では一部の泥火山の頂部から噴き出すガスや山体の形態変化が見られ（Menapase et al., 2017）、現在の泥あるいは流体の排出があることが示唆される。群発する泥火山は九州の東側沖合にもある。種子島沖にも少なくとも14の泥火山が報告されており（Kitada et al., 2018）、泥火山から海中へ生物の移動がある（Hoshino et al., 2017）。宮崎沖にも泥火山と解釈された地質学的特徴が複数ある。四国沖から日向灘の水深2000m付近（熊野海盆泥火山群が存在する深度程度）をターゲットとした航海（YK18-05）では、日向灘に、熊野海盆や種子島の泥火山群と似通った音響的特徴（形態と後方散乱強度パターン）を持つ山体を認めた。しかし四国沖には、一部が硬化した海底と泥火山の存在が示唆されたものの泥火山の群発が認められなかった。これらは、日向灘から種子島沖にかけては実に熊野海盆よりも広大な泥火山フィールドが存在すること、および四国沖には熊野海盆と日向灘〜種子島沖とは異なる地下環境が存在する可能性を示唆する。

自らの形態を保持するために「流動化した泥」の排出を継続していると考えられる海域の、泥火山活動を支えることができる地下環境を考える：

１．地下に「流動化した泥」が充分に存在する、あるいは「流動化した泥」を生産し続ける環境がある。

ー　堆積層生成時に多量の海水が封じ込められ、排水されないまま埋積された

ー　粘土鉱物の脱水による淡水の付与が、圧密を受けた堆積物を崩壊させた

ー　流体が断層または層間を移動し集積して、圧密を受けた堆積物を崩壊させた

２．貫入体を母体として海底に至っている場合には、少なくとも貫入体形成の初期において、上昇する堆積物にガスが含まれる必要がある。

ー　熱分解または生物起源ガスを生産する堆積物が存在する

ー　熱分解または生物起源ガスや深部起源流体の流路が存在し、堆積物が浮力を獲得するために充分な量が滞留する環境がある

３．地下における「流動化した泥」と「ガス」の共存が泥火山形成の要因となり得るが、どちらか片方のみが存在する場合には、必ずしも泥火山を形成しない。

熊野海盆の付加体内温度環境（たとえばMarcaillow et al., 2012）は熱分解起源ガスの生成および粘土鉱物が脱水する条件を満たすと考えられる。粘土鉱物の脱水は、付加体内で流動化した泥を生産し浮力を付与して

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

貫入体を形成する。熊野海盆下のガスの生産と脱水は、古い断層を流路として集積して、泥火山の起源を形成している可能性がある。日向灘～種子島沖にも同様に、隣接する九州東海岸沿いの商業ガス田に見られるようなガス供給がある可能性がある。これに加えて泥岩の崩壊がある環境が見込まれる。しかし四国沖に泥火山活動が顕著でないことは、四国沖に沈み込むかつての拡大軸の影響を残すプレート温度その他により、熊野海盆や日向灘～種子島沖と異なる地下環境があることが考えられる。この不均一性は、地震発生領域などパッチ状を呈する他の地質学的現象と関連するかも知れない。

キーワード：泥火山、西南日本沿岸域、地下環境
Keywords: Mud Volcano, offshore area along SW Japan, subseafloor environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

化学合成細菌を共生させるゴエモンコシオリエビの新しい分布域の発見とその分散能力の推定

New distribution and implication of dispersal capabililty of a deep-sea chemosymbiotic squat lobster *Shinkaia crosnieri*

*渡部 裕美[1]、Chen Chong[1]、Chan Tin-Yam[2]、Yang Chien-Hui[2]、Wang Chu-Chang[3]、御手洗 哲司[4]、山本 啓之[1]
*Hiromi Kayama WATANABE[1], Chong Chen[1], Tin-Yam Chan[2], Chien-Hui Yang[2], Chu-Chang Wang[3], Satoshi Mitarai[4], Hiroyuki Yamamoto[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 国立台湾海洋大学、3. 台湾海洋科学技術研究センター、4. 沖縄科学技術大学院大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. National Taiwan Ocean University, 3. Taiwan Ocean Research Institute (TORI), 4. Okinawa Institute of Science and Technology (OIST)

生物の分布や分散は保全や変動する海洋の理解にとって重要な知見をもたらす．ゴエモンコシオリエビは，化学合成細菌と共生し，主にメタンが豊富な北西太平洋の深海化学合成生物群集に数多く分布している．この発表では，メタンが少ない環境ではじめて見つかったゴエモンコシオリエビの幼稚体の分布について報告するとともに，その分散能力について議論する．

キーワード：化学合成生態系、共生細菌
Keywords: Chemosynthesis-based ecosystem, symbiotic bacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九十九湾に設置した鯨骨に生息するノリコイソメ科多毛類の分類と食性
Taxonomy and diet of the *Ophryotrocha* (Annelida: Dorvilleidae) from whale- falls in the Tsukumo Bay, Japan

*鈴木 碧[1]、ジェンキンズ ロバート[1]、小木曽 正造[2]、鈴木 信雄[3]
*Midori Suzuki[1], Robert Gwyn Jenkins[1], Shouzo Ogiso[2], Nobuo Suzuki[3]

1. 金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2. 金沢大学総合技術部、3. 金沢大学環日本海域環境研究センター
1. Division of Environmental Science and Engineering, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2. Kanazawa university, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa university

海底に脊椎動物遺骸が着底すると，その有機物や有機物の分解過程で生じる硫化水素を利用する微生物・大型生物からなる，“鯨骨群集”と呼ばれる特殊な生態系が形成される．鯨骨群集の構成分類群の一種であるノリコイソメ科は，熱水やメタン湧水などの“極限環境”からも発見されており（Portail et al., 2015），その適応や分散に注目が集まっているが，これらを含めた鯨骨群集の構成分類群が何を摂食しているのか，鯨骨周辺でどのような炭素循環が起きているのかほとんど明らかになっていない．石川県能登半島九十九湾の水深約14mに設置した鯨骨から，ノリコイソメ科多毛類が大量に発見された．形態観察やミトコンドリア遺伝子COⅠに基づく分子系統解析を行った結果，この種は*Ophryotroha*属に属する新種であること，*Ophryotroha*属内の各グループごとにそれぞれ独立に鯨骨環境に進出したり，非還元環境に再進出したりしていることが示唆された．また食性の推定のため，本種と他の多毛類，設置した鯨類由来の有機物の有機炭素の炭素同位体比分析を行った結果，ノリコイソメ科の炭素同位体比は同所から採集した他の多毛類より広い値のレンジを示した（-33.8‰~-19.0‰）．この値は鯨骨の骨内有機物（約-25‰）よりも低いものを含み，より低い炭素同位体比をもつ炭素源を餌としていなければ説明がつかない．おそらく，鯨骨内有機物より低い炭素同位体比をもつ硫黄酸化細菌*Beggiatoa* sp.（-37.2‰~-28.5‰）を摂食していると考えられる．これは，本種を含めた*Ophryotrocha*属多毛類が，他の多毛類よりも硫化水素濃度が高い場所に進出して，骨内有機物の分解に伴って繁栄する微生物群集も食物源としている事を示している．また重たい炭素同位体比を持つものもいるため，化学合成生態系に完全に依存しているわけではなく，多様な餌資源を利用できる種であることが判明した．

キーワード：鯨骨群集、ノリコイソメ科、化学合成
Keywords: whale-falls, Dorvilleidae, Chemosynthesis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS28] 化学合成生態系と熱水・湧水・泥火山

コンビーナ:ジェンキンズ ロバート(金沢大学理工研究域地球社会基盤学系)、土岐 知弘(琉球大学理学部)、井尻 暁(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、延原 尊美(静岡大学教育学部理科教育講座地学教室)、渡部 裕美(海洋研究開発機構)、浅田 美穂(国立研究法人海洋研究開発機構)

化学合成細菌を一次生産者とする化学合成生態系は、太陽エネルギーが届かない深海の熱水噴出孔や冷湧水周辺など多様かつ極限環境に成立する化学合成生態系は、地球史を通じて分類構成や分布パタンを変化させてきたが、その原因や背景は明らかにされていない。
泥火山は、地下の流体と堆積物が地表に至り形成する地形的特徴である。泥火山は地下と地表を繋ぐ炭素循環、地下生命圏の移動・拡散、自然災害や土木など他分野に影響を及ぼすが実態解明に至っていない。日本の泥火山の多くは海域で確認され、周辺に冷湧水噴き出し場を伴うことが知られている。
「堆積物と流体を大規模に移動させる泥火山」と「地下からの流体移動に依存して進化する生態系」を視野の一部に入れて、化学合成生態系を通して泥火山活動実態に迫り、同時に化学合成生態系の分布変化や進化の謎に迫るために、このたび「化学合成生態系」および「泥火山」の２セッションを統合し共通の議論の場を設けた。投稿には、従来の個々のセッションに特徴的な内容はもちろん、生物・化学・地質ほか分野を横断する関連の話題を歓迎する。

[MIS28-P01] 海域泥火山分布が示唆する西南日本太平洋側海底下の不均一な環境

*浅田 美穂[1,2]、北田 数也[2] (1.日本学術振興会特別研究員、2.国立研究法人海洋研究開発機構)

[MIS28-P02] 化学合成細菌を共生させるゴエモンコシオリエビの新しい分布域の発見とその分散能力の推定

*渡部 裕美[1]、Chen Chong[1]、Chan Tin-Yam[2]、Yang Chien-Hui[2]、Wang Chu-Chang[3]、御手洗 哲司[4]、山本 啓之[1] (1.海洋研究開発機構、2.国立台湾海洋大学、3.台湾海洋科学技術研究センター、4.沖縄科学技術大学院大学)

[MIS28-P03] 九十九湾に設置した鯨骨に生息するノリコイソメ科多毛類の分類と食性

*鈴木 碧[1]、ジェンキンズ ロバート[1]、小木曽 正造[2]、鈴木 信雄[3] (1.金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2.金沢大学総合技術部、3.金沢大学環日本海域環境研究センター)

海域泥火山分布が示唆する西南日本太平洋側海底下の不均一な環境
An offshore mud volcano that indicates a heterogeneous subseafloor geological environment: a case study along southwest Japan

*浅田 美穂[1,2]、北田 数也[2]
*Miho Asada[1,2], Kazuya Kitada[2]

1. 日本学術振興会特別研究員、2. 国立研究法人海洋研究開発機構
1. JSPS Research Fellow, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

「泥火山」は広域圧縮応力環境下で地下の堆積物が流体と共に上昇して地表に到達し形成する地形的特徴である。海底に発現した泥火山が山体を形成し、その形状を保つ（削剥されない）ためには、主たる構成物である「泥」の継続した供給が必要とされる（Kopf, 2002）。さらに堆積物が地表に至るためにはガスを含有する必要があるとする議論と併せて（Brown and Orange, 1993）、泥火山はその存在そのものが直下付近の地下環境を反映していると言える。

日本国内においても泥火山は海陸に知られている（田近ほか, 2009; Kuramoto et al., 2001など）。南端を南海トラフに縁取られる熊野海盆は、日本の代表的な海域泥火山フィールドの一つで、これまでに少なくとも14の泥火山が報告されている（Kuramoto et al., 2001; Morita et al., 2004; Pape et al., 2014; Asada et al., 2017）。2016年の観測では一部の泥火山の頂部から噴き出すガスや山体の形態変化が見られ（Menapase et al., 2017）、現在の泥あるいは流体の排出があることが示唆される。群発する泥火山は九州の東側沖合にもある。種子島沖にも少なくとも14の泥火山が報告されており（Kitada et al., 2018）、泥火山から海中へ生物の移動がある（Hoshino et al., 2017）。宮崎沖にも泥火山と解釈された地質学的特徴が複数ある。四国沖から日向灘の水深2000m付近（熊野海盆泥火山群が存在する深度程度）をターゲットとした航海（YK18-05）では、日向灘に、熊野海盆や種子島の泥火山群と似通った音響的特徴（形態と後方散乱強度パターン）を持つ山体を認めた。しかし四国沖には、一部が硬化した海底と泥火山の存在が示唆されたものの泥火山の群発が認められなかった。これらは、日向灘から種子島沖にかけては実に熊野海盆よりも広大な泥火山フィールドが存在すること、および四国沖には熊野海盆と日向灘〜種子島沖とは異なる地下環境が存在する可能性を示唆する。

自らの形態を保持するために「流動化した泥」の排出を継続していると考えられる海域の、泥火山活動を支えることができる地下環境を考える：

１．地下に「流動化した泥」が充分に存在する、あるいは「流動化した泥」を生産し続ける環境がある。

ー　堆積層生成時に多量の海水が封じ込められ、排水されないまま埋積された

ー　粘土鉱物の脱水による淡水の付与が、圧密を受けた堆積物を崩壊させた

ー　流体が断層または層間を移動し集積して、圧密を受けた堆積物を崩壊させた

２．貫入体を母体として海底に至っている場合には、少なくとも貫入体形成の初期において、上昇する堆積物にガスが含まれる必要がある。

ー　熱分解または生物起源ガスを生産する堆積物が存在する

ー　熱分解または生物起源ガスや深部起源流体の流路が存在し、堆積物が浮力を獲得するために充分な量が滞留する環境がある

３．地下における「流動化した泥」と「ガス」の共存が泥火山形成の要因となり得るが、どちらか片方のみが存在する場合には、必ずしも泥火山を形成しない。

熊野海盆の付加体内温度環境（たとえばMarcaillow et al., 2012）は熱分解起源ガスの生成および粘土鉱物が脱水する条件を満たすと考えられる。粘土鉱物の脱水は、付加体内で流動化した泥を生産し浮力を付与して

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

貫入体を形成する。熊野海盆下のガスの生産と脱水は、古い断層を流路として集積して、泥火山の起源を形成している可能性がある。日向灘～種子島沖にも同様に、隣接する九州東海岸沿いの商業ガス田に見られるようなガス供給がある可能性がある。これに加えて泥岩の崩壊がある環境が見込まれる。しかし四国沖に泥火山活動が顕著でないことは、四国沖に沈み込むかつての拡大軸の影響を残すプレート温度その他により、熊野海盆や日向灘～種子島沖と異なる地下環境があることが考えられる。この不均一性は、地震発生領域などパッチ状を呈する他の地質学的現象と関連するかも知れない。

キーワード：泥火山、西南日本沿岸域、地下環境
Keywords: Mud Volcano, offshore area along SW Japan, subseafloor environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

化学合成細菌を共生させるゴエモンコシオリエビの新しい分布域の発見とその分散能力の推定

New distribution and implication of dispersal capabililty of a deep-sea chemosymbiotic squat lobster *Shinkaia crosnieri*

*渡部 裕美[1]、Chen Chong[1]、Chan Tin-Yam[2]、Yang Chien-Hui[2]、Wang Chu-Chang[3]、御手洗 哲司[4]、山本 啓之[1]
*Hiromi Kayama WATANABE[1], Chong Chen[1], Tin-Yam Chan[2], Chien-Hui Yang[2], Chu-Chang Wang[3], Satoshi Mitarai[4], Hiroyuki Yamamoto[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 国立台湾海洋大学、3. 台湾海洋科学技術研究センター、4. 沖縄科学技術大学院大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. National Taiwan Ocean University, 3. Taiwan Ocean Research Institute (TORI), 4. Okinawa Institute of Science and Technology (OIST)

生物の分布や分散は保全や変動する海洋の理解にとって重要な知見をもたらす．ゴエモンコシオリエビは，化学合成細菌と共生し，主にメタンが豊富な北西太平洋の深海化学合成生物群集に数多く分布している．この発表では，メタンが少ない環境ではじめて見つかったゴエモンコシオリエビの幼稚体の分布について報告するとともに，その分散能力について議論する．

キーワード：化学合成生態系、共生細菌
Keywords: Chemosynthesis-based ecosystem, symbiotic bacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九十九湾に設置した鯨骨に生息するノリコイソメ科多毛類の分類と食性
Taxonomy and diet of the *Ophryotrocha* (Annelida: Dorvilleidae) from whale- falls in the Tsukumo Bay, Japan

*鈴木 碧[1]、ジェンキンズ ロバート[1]、小木曽 正造[2]、鈴木 信雄[3]
*Midori Suzuki[1], Robert Gwyn Jenkins[1], Shouzo Ogiso[2], Nobuo Suzuki[3]

1. 金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2. 金沢大学総合技術部、3. 金沢大学環日本海域環境研究センター
1. Division of Environmental Science and Engineering, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2. Kanazawa university, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa university

海底に脊椎動物遺骸が着底すると，その有機物や有機物の分解過程で生じる硫化水素を利用する微生物・大型生物からなる，“鯨骨群集”と呼ばれる特殊な生態系が形成される．鯨骨群集の構成分類群の一種であるノリコイソメ科は，熱水やメタン湧水などの“極限環境”からも発見されており（Portail et al., 2015），その適応や分散に注目が集まっているが，これらを含めた鯨骨群集の構成分類群が何を摂食しているのか，鯨骨周辺でどのような炭素循環が起きているのかほとんど明らかになっていない．石川県能登半島九十九湾の水深約14mに設置した鯨骨から，ノリコイソメ科多毛類が大量に発見された．形態観察やミトコンドリア遺伝子COⅠに基づく分子系統解析を行った結果，この種は*Ophryotroha*属に属する新種であること，*Ophryotroha*属内の各グループごとにそれぞれ独立に鯨骨環境に進出したり，非還元環境に再進出したりしていることが示唆された．また食性の推定のため，本種と他の多毛類，設置した鯨類由来の有機物の有機炭素の炭素同位体比分析を行った結果，ノリコイソメ科の炭素同位体比は同所から採集した他の多毛類より広い値のレンジを示した（-33.8‰~-19.0‰）．この値は鯨骨の骨内有機物（約-25‰）よりも低いものを含み，より低い炭素同位体比をもつ炭素源を餌としていなければ説明がつかない．おそらく，鯨骨内有機物より低い炭素同位体比をもつ硫黄酸化細菌*Beggiatoa* sp.（-37.2‰~-28.5‰）を摂食していると考えられる．これは，本種を含めた*Ophryotrocha*属多毛類が，他の多毛類よりも硫化水素濃度が高い場所に進出して，骨内有機物の分解に伴って繁栄する微生物群集も食物源としている事を示している．また重たい炭素同位体比を持つものもいるため，化学合成生態系に完全に依存しているわけではなく，多様な餌資源を利用できる種であることが判明した．

キーワード：鯨骨群集、ノリコイソメ科、化学合成
Keywords: whale-falls, Dorvilleidae, Chemosynthesis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:上木 賢太、加納 将行(東北大学大学院理学研究科 地球物理学専攻)

地球科学諸現象の解明と予測には，観測・分析データ中に隠れている本質的な物理化学プロセスや構造を抽出することが重要である．近年，情報科学分野では強力なデータ駆動型情報抽出技術が数多く開発されつつあり，様々な自然科学分野でも大きな注目を浴びている．本セッションは地球惑星科学関連データの数理解析に興味を持つ多様な分野の研究者の参加により，学際的な研究交流・発表と情報・意見交換の場を提供する．

10:45 ~ 11:15

[MGI33-01] 観測データと物理モデルに基づく火山噴火推移予測の可能性

★招待講演

*小屋口 剛博[1]、石井 憲介[2]、Anderson Kyle[3]、小園 誠史[4] (1.東京大学　地震研究所、2.気象研究所　火山研究部、3.米国地質調査所、4.東北大学大学院理学研究科)

11:15 ~ 11:30

[MGI33-02] スパースモデリングによる様々なテクトニクス場のマグマ化学組成の特徴抽出

*上木 賢太[1]、日野 英逸[2]、桑谷 立[1,3] (1.海洋研究開発機構、2.統計数理研究所、3.科学技術振興機構)

11:30 ~ 11:45

[MGI33-03] Automatic Detection of Stationary Gravity Waves in the Venus’ Atmosphere Using Deep Generative Models

*成田 穂[1]、木村 大毅[2]、山崎 敦[3]、今村 剛[1] (1.東京大学、2.IBM Research AI、3.宇宙航空研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[MGI33-04] 地熱流体パス抽出を目的とした超高解像度DEMとハイパースペクトル衛星画像による亀裂・鉱物分布解析

*久保 大樹[1]、権守 宏明[1]、Naftali Hawu Hede Arie[2]、Heriawan Mohamad Nur[2]、Iskandar Irwan[2]、小池 克明[1]、Notosiswoyo Sudarto[2] (1.京都大学大学院工学研究科、2.バンドン工科大学)

12:00 ~ 12:15

[MGI33-05] 統合的多変量解析に基づく北西太平洋深海堆積物の地球化学データ解析

*安川 和孝[1,2]、中村 謙太郎[1]、藤永 公一郎[2,1]、岩森 光[3,4]、加藤 泰浩[1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科、2.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3.東京大学地震研究所、4.東京工業大学地球惑星科学専攻)

観測データと物理モデルに基づく火山噴火推移予測の可能性
Forecasting volcanic eruption sequence based on field data and physical models

*小屋口 剛博[1]、石井 憲介[2]、Anderson Kyle[3]、小園 誠史[4]
*Takehiro Koyaguchi[1], Kensuke Ishii[2], Kyle R. Anderson[3], Tomofumi Kozono[4]

1. 東京大学　地震研究所、2. 気象研究所　火山研究部、3. 米国地質調査所、4. 東北大学大学院理学研究科
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Meteorological Research Institute, 3. US Geological Survey, 4. Graduate School of Science, Tohoku University

火山噴火においては，その開始を予知することだけではなく，進行中の現象を把握し，推移を予測することが望まれる．火山噴火の推移予測は，得られた観測データに基づいて予測制度を逐次向上させることを目標とする点で，データ同化の考え方と合致する．データ同化においては，物理過程に関する順問題モデルによって「興味ある量」の時間発展が記述され，逆問題モデルにおいて，「観測データ」から「興味ある量」と「順問題のモデルパラメータ」の事後確率分布がベイズ推定に基づいて計算される．すなわち，順問題モデルと逆問題モデルの組み合わせが新たな最適化問題を構成する．発表者は，これまで主に火山噴火現象の物理過程に関する順問題モデルの開発を進めてきたが，近年，逆問題の数理的性質を併せて調べることにより，それらの順問題モデルに対するデータ同化手法の適用可能性について検討している．本発表では，「噴出率の観測データからマグマ供給・噴出系モデルのパラメータを推定する逆問題」および「降下火砕物粒子の分布から噴出率を推定する逆問題」について問題点を整理しつつ，観測と物理モデルに基づく火山噴火推移予測の可能性を展望する．

マグマ供給・噴出系モデルの逆問題と火山噴火推移予測

一般に，火山噴火の推移の性質は，マグマ噴出率（Q）とマグマ溜りの圧力（P）が時間の経過とともにどのように推移するかによって特徴付けることができる．ここでは，弾性体地殻中のマグマ溜りと火道よりなる「マグマ供給・噴出系モデル」に基づいて，QとPの時間発展に対する力学系モデルを定式化し，QとPの観測データから力学系モデルパラメータを推定する逆問題を考える．

火道流の物理モデルによると， マグマ供給・噴出系モデルにおけるQとPの時間発展は，火道上昇途中の脱ガス過程による密度変化や流動様式の変化（マグマの破砕）に強く依存する．また，マグマ溜りの物理モデルによると，QとPは，マグマ溜りの実効圧縮率や体積に依存し，さらに，この実効圧縮率はマグマの揮発成分量や圧力に依存する．上記の力学系モデルでは，これらの地質学的・岩石学的要因がモデルパラメータとして考慮される．この問題の特徴は，順問題モデルの複雑なパラメータ依存性のため，力学系モデルが著しい非線形性を持ち，それがモデルパラメータの逆問題推定に制約を与えている点にある．本研究では，火道流の解析解（Koyaguchi, 2005; Kozono and Koyaguchi, 2009）を用いて，逆問題推定の対象となるモデルパラメータ間のトレードオフ関係を可能な限り明示的に表した．その結果，逆解析によって推定可能なモデルパラメータの組み合わせが，噴火様式が爆発的か非爆発的かによって変化することが示された．

爆発的噴火における噴出率の推定

マグマ噴出率は火山噴火を特徴付ける最も基本的な量である．例えば，上記のマグマ供給・噴出系モデルに基づく噴火推移予測においては，マグマ噴出率（Q）を観測データとして与える必要がある．しかしながら，実際の噴火において直接観測される物理量から噴出率を推定することは必ずしも容易ではない．ここでは，定常的に継続する爆発的噴火に絞って，観測される降下火砕物の分布から噴出率を推定する問題について

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

考える．

爆発的噴火において火口から噴出したマグマの破片（火砕物）は，噴煙とともに上昇した後，風で運ばれつつ大気中で拡散し，地表に堆積する．この過程の順問題モデルは，噴煙ダイナミクスに基づく火口直上の火砕物供給モデルと大気中の火砕物の移流拡散モデルにより構成される．特異値解析によると，移流拡散モデルに関する逆問題は数理的に「不適切」となる傾向をもち，その結果，降灰観測データから推定可能な供給源のパラメータの数が著しく限られる．一方，噴煙ダイナミクスモデルによると，火口におけるマグマ噴出率と火口直上の噴煙からの火砕物供給率分布の性質の間には相関があることが示される．本発表では，噴煙ダイナミクスに基づく噴出率と火砕物供給率の関係に関する知見を先験的情報として用いることによって，移流拡散モデルの逆問題で得られた少数の供給源のパラメータから噴出率を高精度で推定する方法ついて考察する．

キーワード：火山噴火、 データ同化、火道流モデル、降灰モデル
Keywords: volcanic eruption, data assimilation, conduit flow model, tephra dispersal model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スパースモデリングによる様々なテクトニクス場のマグマ化学組成の特徴抽出
Sparse modeling based feature selection of magmatic tectonic settings

*上木 賢太[1]、日野 英逸[2]、桑谷 立[1,3]
*Kenta Ueki[1], Hideitsu Hino[2], Tatsu Kuwatani[1,3]

1. 海洋研究開発機構、2. 統計数理研究所、3. 科学技術振興機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. The Institute of Statistical Mathematics, 3. Japan Science and Technology Agency

Understanding the magma generation processes and characteristic end-members in various tectonic settings is fundamental to understand the material circulation and compositional evolution of the solid Earth. Recent studies based on a machine learning approach revealed that volcanic rocks formed in different tectonic settings have unique geochemical signatures, indicating that both volcanic rock geochemistry and magma generation processes are closely connected to the tectonic setting. We present a result of a feature selection where sparse modeling approach is used. Sparse modeling is an approach in which automatically selects the smallest number of essential variables from high-dimensional data and constructs a succinct model. We used 24 elements and five isotopic ratios of igneous rocks formed in eight different tectonic settings for the feature selection of the settings. In addition to the major and trace element concentrations and isotopic ratios, we also considered combinations of elements, i.e., sum or ratio between two different elements, for the feature selection. This study uses sparse multinomial regression (SMR) approaches for feature selection. Multinomial regression is the classical linear discrimination method. Using the multinomial regression with the sparse modeling approach, a small number of essential geochemical information of tectonic settings are extracted. Based on the automatically selected features, we will discuss the geodynamical and geochemical process to derive various magmas and tectonics.

キーワード：機械学習、マグマ生成、テクトニックセッティング、地球化学データ
Keywords: Machine learning, Magma generation, Tectonic setting, Geochemical data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automatic Detection of Stationary Gravity Waves in the Venus' Atmosphere Using Deep Generative Models

*成田 穂[1]、木村 大毅[2]、山崎 敦[3]、今村 剛[1]
*Minori Narita[1], Daiki Kimura[2], Atsushi Yamazaki[3], Takeshi Imamura[1]

1. 東京大学、2. IBM Research AI、3. 宇宙航空研究開発機構
1. The University of Tokyo, 2. IBM Research AI, 3. ISAS/JAXA

Venus is covered with thick clouds of sulfuric acid, and the entire upper atmosphere rotates much faster than the planet itself. Recently, interhemispheric large bow-shaped structures, remaining fixed above the highland in contrast to background wind fields, were observed in long-infrared and ultraviolet images by Venus Orbiter Akatsuki. These bow-shaped structures are said to be the result of atmospheric gravity waves generated in the lower atmosphere and propagate upwards to the cloud top, which has a significant influence on the Venus' atmospheric system. Not a few bow-shaped, stationary features indicative of topographic gravity waves have been reported so far. However, to unravel where and when these structures appear frequently, we need to analyze the phenomena comprehensively, using much more data. Detection of such characteristic cloud features in images has been done by human eye in Venus research, but to detect many more cases efficiently from massive amounts of image data, we need a framework to do it automatically and robustly. Moreover, most of the bow-shaped structures in ultraviolet images are small, which is almost impossible to find out every case by our eyes.

In this study, we propose a novel approach that detects these stationary features using a deep generative model that has deep neural networks (deep learning). There are various types of such deep models nowadays; we used a variational auto-encoder (VAE) because it has reported good results in dimensionality reduction fields and been a well-known method for image reconstruction. The input and the output of VAE are set to be the same, and the network is divided into two parts, which are the encoder that converts an image to latent representation, and the decoder that reconstructs an image from given latent variables. The detection of stationary features can be seen as an anomaly detection task, which treats images that have stationary features as the anomaly class and the normal cloud image as the normal class.

We used ultraviolet (283 nm) images for this analysis. Firstly, we performed photometric correction using Minnaert Law, and averaged several images taken successively in 24 hours to highlight structures that remains still. Then we extracted features that have scales smaller than 6 degrees by high-pass filtering. Lastly, we extracted image patches from these images. Each patch has the size of 24 degrees both in latitude and longitude. We used images taken in 25 days in 2016 and 2017.

The analysis procedure is as follows. First, we train this network using only normal cloud images that do not include stationary features to let it learn its latent features. When testing, we input test images composed of both normal and anomaly (stationary feature) images, and detect anomalies based on the reconstruction loss that is calculated by the sum of the pixel-wise distance between the original image and the reconstructed image that is output from the last layer in the network. The network has five convolutional layers in the encoder and the decoder, respectively. The latent space has 32 dimensions. We used 4,000 normal cloud images as the training data, and 1,000 normal and 255 anomaly images as the test data.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We evaluated our method by calculating the area under the curve (AUC) of the receiver operating characteristic (ROC) curve. As a result, the AUC was 0.93 (maximum is 1.00), which shows that the proposed method successfully detects stationary features. The reconstruction error of a stationary structure image is large because the network cannot reconstruct such bow-shaped structure properly. Our method can be easily applied not only to Venus but also various planetary images to detect characteristic structures.

キーワード：金星、深層学習、生成モデル、異常検知、画像
Keywords: Venus, Deep Learning, Generative Model, Anomaly Detection, Image

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地熱流体パス抽出を目的とした超高解像度DEMとハイパースペクトル衛星画像による亀裂・鉱物分布解析

Fracture and mineral distribution analysis using hyper-resolution DEM and hyperspectral satellite imagery for detecting geothermal fluids paths

*久保 大樹[1]、権守 宏明[1]、Naftali Hawu Hede Arie[2]、Heriawan Mohamad Nur[2]、Iskandar Irwan[2]、小池 克明[1]、Notosiswoyo Sudarto[2]
*Taiki Kubo[1], Hiroaki Gonnokami[1], Arie Naftali Hawu Hede[2], Mohamad Nur Heriawan[2], Irwan Iskandar[2], Katsuaki Koike[1], Sudarto Notosiswoyo[2]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. バンドン工科大学
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Bandung Institute of Technology

From criteria of power output and temporal stability, geothermal is the most promising renewable energy for electrical generation. However, high introduction cost for geothermal power generation, in particular the cost for exploration to identify the geothermal reservoir is a main issue against the plan. Development of more accurate geothermal-resource exploration is necessary for enhancement of geothermal energy use. Detection of geothermal fluids paths including water and steam from geothermal reservoir is a major target in the exploration stage. Topographic analysis is one of the effective methods for the detection. Thus, we have generated a hyper-resolution DEM (HR-DEM) of the Wayang Windu Geothermal Field (WWGF), situated in West Java, Indonesia using UAV. HR-DEM with high spatial resolution (0.5 m) covers an area of 5 km (E–W) by 10 km (N–S) in WWGF. The lineament density map of WWGF was produced by a topographic analysis through HR-DEM. Moreover, spatial distributions of geothermal alteration minerals such as alunite, calcite, and kaolinite were mapped from an image processing of hyperspectral satellite image, Hyperion. A combination of the lineament and mineral distributions specified highly permeable zones in which the fractures and geothermal alteration minerals were concentrated. The location of high igh radon concentration by in-situ measurements correspond well with these estimated permeable zones. Therefore, the integrated analysis is expected to increase the identification accuracy of fluid paths and clarify the geothermal system in WWGF. This research is supported by JST and JICA through Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS).

キーワード：変質鉱物、数値標高モデル、地熱貯留層、ハイパースペクトル衛星画像、リニアメント
Keywords: alteration mineral, digital elevation model, geothermal reservoir, hyperspectral satellite image, lineament

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

統合的多変量解析に基づく北西太平洋深海堆積物の地球化学データ解析
Geochemical characterization of deep-sea sediments in the western North Pacific Ocean by an integrated multivariate statistical technique

*安川 和孝[1,2]、中村 謙太郎[1]、藤永 公一郎[2,1]、岩森 光[3,4]、加藤 泰浩[1,2]
*Kazutaka Yasukawa[1,2], Kentaro Nakamura[1], Koichiro Fujinaga[2,1], Hikaru Iwamori[3,4], Yasuhiro Kato[1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科、2. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター、3. 東京大学地震研究所、4. 東京工業大学地球惑星科学専攻
1. School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

近年，南鳥島周辺の日本の排他的経済水域 (exclusive economic zone, EEZ) 内において，レアアースを非常に高濃度で含む深海堆積物が発見された [1]．この「超高濃度レアアース泥」の分布把握を目的として，2013年から2018年にかけて計8回に渡る調査航海 (KR13-02, MR13-E02, KR14-02, MR14-E02, MR15-E01 Leg2, MR15-02, MR16-07, KM17-14C) が実施され，総計71本の堆積物コア試料が採取された．発表者らは，蛍光X線分析及び誘導結合プラズマ質量分析を用いて，計1,646試料の主成分・微量元素組成から成る包括的なデータセットを構築した [1-8].

本研究では，超高濃度レアアース泥を含む南鳥島EEZ内外の深海堆積物の地球化学的特徴を明らかにするために，当該海域の深海堆積物の膨大な全岩化学組成データセット (1,646試料 x 41元素) に対し，クラスター分析と独立成分分析を組み合わせた統合的な多変量解析手法 [9] を適用した．解析結果を実空間座標と組み合わせて見ると，得られたデータクラスターは堆積層内においてランダムに分布しているのではなく，海底面から深部に向かって，ある特定の順序を持って系統的に並んでいることが示された．すなわち，各データクラスターは，多元素の化学組成によって定義される堆積層序ユニットを構成していることが分かった．さらに，抽出された独立成分について，各コアにおける深度方向変化に着目すると，ある成分の得点値が超高濃度レアアース泥層を境にstepwiseな変化を示すことが分かった．これは，数百kmスケールに及ぶ研究対象海域内において普遍的な特徴である．また，この独立成分の変化層準の直下に位置するデータクラスターは，コアによりまちまちであることが分かった．このことは，上述の超高濃度レアアース泥層をまたぐ独立成分の変化が，堆積層内の不整合に相当し，恐らくは下位層準がコア毎に異なる度合いで浸食されていることを示唆している [5, 6]．大規模・高次元データから抽出された地球化学的データクラスター及び独立成分の空間分布が示すこれら一連の特徴は，先行研究 [10] により提案された以下の仮説を支持している．すなわち，強い底層流が生じたことにより，堆積粒子のうち細粒な粒子は吹き流され，粗粒で密度の大きい生物源リン酸カルシウム粒子 (魚類の歯や骨片等) が海底面付近に取り残された．この生物源リン酸カルシウム粒子は，周囲の海水からレアアースを非常に高濃度になるまで濃集する．こうした物理的な選別作用による生物源リン酸カルシウム粒子の選択的堆積が，堆積層内におけるレアアースの異常濃集に寄与した可能性がある．

[1] Iijima, K. et al., Geochemical Journal 50, 557-573 (2016). [2] Fujinaga, K. et al., Geochemical Journal 50, 575-590 (2016). [3] Takaya, Y. et al. Scientific Reports 8, 5763 (2018). [4] Yasukawa, K. et al., Ore Geology Reviews 102, 260-267 (2018). [5] Yasukawa, K. et al., under review. [6] Tanaka, E. et al., under review. [7] Fujinaga, K. et al., JpGU2018 SCG61-04. [8] Fujinaga, K. et al., JpGU2019. [9] Iwamori, H. et al., Geochemistry, Geophysics, Geosystems 18, 994-1012 (2017). [10] Ohta, J. et al., Geochemical Journal 50, 591-603 (2016).

キーワード：深海堆積物、多変量解析、独立成分分析、クラスター分析、レアアース泥、全岩化学組成

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: deep-sea sediment, multivariate analysis, independent component analysis, k-means cluster analysis, REY-rich mud, bulk chemical composition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)

地球科学諸現象の解明と予測には，観測・分析データ中に隠れている本質的な物理化学プロセスや構造を抽出することが重要である．近年，情報科学分野では強力なデータ駆動型情報抽出技術が数多く開発されつつあり，様々な自然科学分野でも大きな注目を浴びている．本セッションは地球惑星科学関連データの数理解析に興味を持つ多様な分野の研究者の参加により，学際的な研究交流・発表と情報・意見交換の場を提供する．

[MGI33-P01] 位置情報精度を向上した地球化学データベース「DODAI」について

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、吉田 健太[1]、桑谷 立[1,3]、モハメド 美香[1]、岩森 光[1,2,4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.科学技術振興機構、4.東京工業大学)

[MGI33-P02] Bayesian statistical evaluation method for detrital zircon geochronology

*古川 旦[1]、辻森 樹[1] (1.東北大学)

[MGI33-P03] 人工データを用いた機械学習による地球化学的データ処理および鉱山地域での重金属バックグラウンドを考慮した河川環境評価手法の提案

*佐藤 憲太[1]、澤山 兼吾[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[MGI33-P04] Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

*矢部 優[1]、福地 里菜[2]、上木 賢太[1]、濱田 洋平[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

[MGI33-P05] スパースモデリングによる不均質反応非線形ダイナミクスの推定

*伊藤 雅起[1]、桑谷 立[2]、大柳 良介[2]、大森 敏明[1] (1.神戸大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P06] How to obtain a high-SNR EPMA map?: complementary roles of high-resolution imaging and subsequent binning

*安本 篤史[1]、吉田 健太[2] (1.(株) 蒜山地質年代学研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P07] 全岩組成を用いた物質移動量のデータ駆動型解析

*桑谷 立[1,2]、吉田 健太[1]、上木 賢太[1]、大柳 良介[1]、宇野 正起[3]、赤穂 昭太郎[4] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.東北大学大学院環境科学研究科、4.産業技術総合研究所)

位置情報精度を向上した地球化学データベース「DODAI」について
The geochemical database “DODAI” with high-precision location coordinates

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、吉田 健太[1]、桑谷 立[1,3]、モハメド 美香[1]、岩森 光[1,2,4]
*Satoru Haraguchi[1], Kenta Ueki[1], Kenta Yoshida[1], Tatsu Kuwatani[1,3], Mika Mohamed[1], Hikaru Iwamori[1,2,4]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 科学技術振興機構、4. 東京工業大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Insititute, the University of Tokyo, 3. PRESTO, 4. Tokyo Institute of Technology

日本国内出版文献に掲載されている地球化学データのコンパイルを行うデータベース「DODAI」を（Haraguchi et al., 2018; 地質学雑誌）を発表した。同データベースは、個々の地球化学データのサンプリング位置を、電子地図を用いて座標化したことにより、位置情報の解像度を飛躍的に向上した。

地球化学データを収録する、国際的なデータベースは、陸上データを主とする「GEOROC」、海域データを主とする「PetDB」等が運用されている。昨今のコンピューター性能の向上による「データ駆動科学」の進展は、これらの「大量のデータ」を、「多数のパラメータ」を基にして、同時に比較することを可能とした。これらのデータベースを基として、マントル構造の不均質性(Iwamori and Nakamura, 2015)等、全球規模での地球化学的不均質性とその由来が議論されている。しかし、両データベース収録データの位置情報は、論文掲載の地質図の「代表的な位置」で一括され、解像度が「度」単位の誤差を含んでいるものがある。このため、日本国内の「地域」単位での研究に対しては、位置の誤差が極めて大きいことが問題となる。これに対して、「DODAI」の高解像度化された位置情報は、誤差は大きいものでもkm以下のオーダ、小さいものでは10m以下の精度を有しており、シームレス地質図（地質調査所）等に記載されたユニットとの１対１の対応を担保するものである。また、収録されるデータの分析手法等の違いなどに由来する様々な「フォーマットの違い」についても、一定の基準のもとの「規格化データ」とともに、メタデータを収録し、データ利用の便を図った。

今回の発表では、これらの「DODAI」データベースのコンセプトを報告するとともに、同データベースが持つ「データベースの持つ可能性」について紹介したい。

キーワード：地球化学データベース、位置情報、フォーマットの統一
Keywords: geochemical database, geocoding, normalization of format

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bayesian statistical evaluation method for detrital zircon geochronology

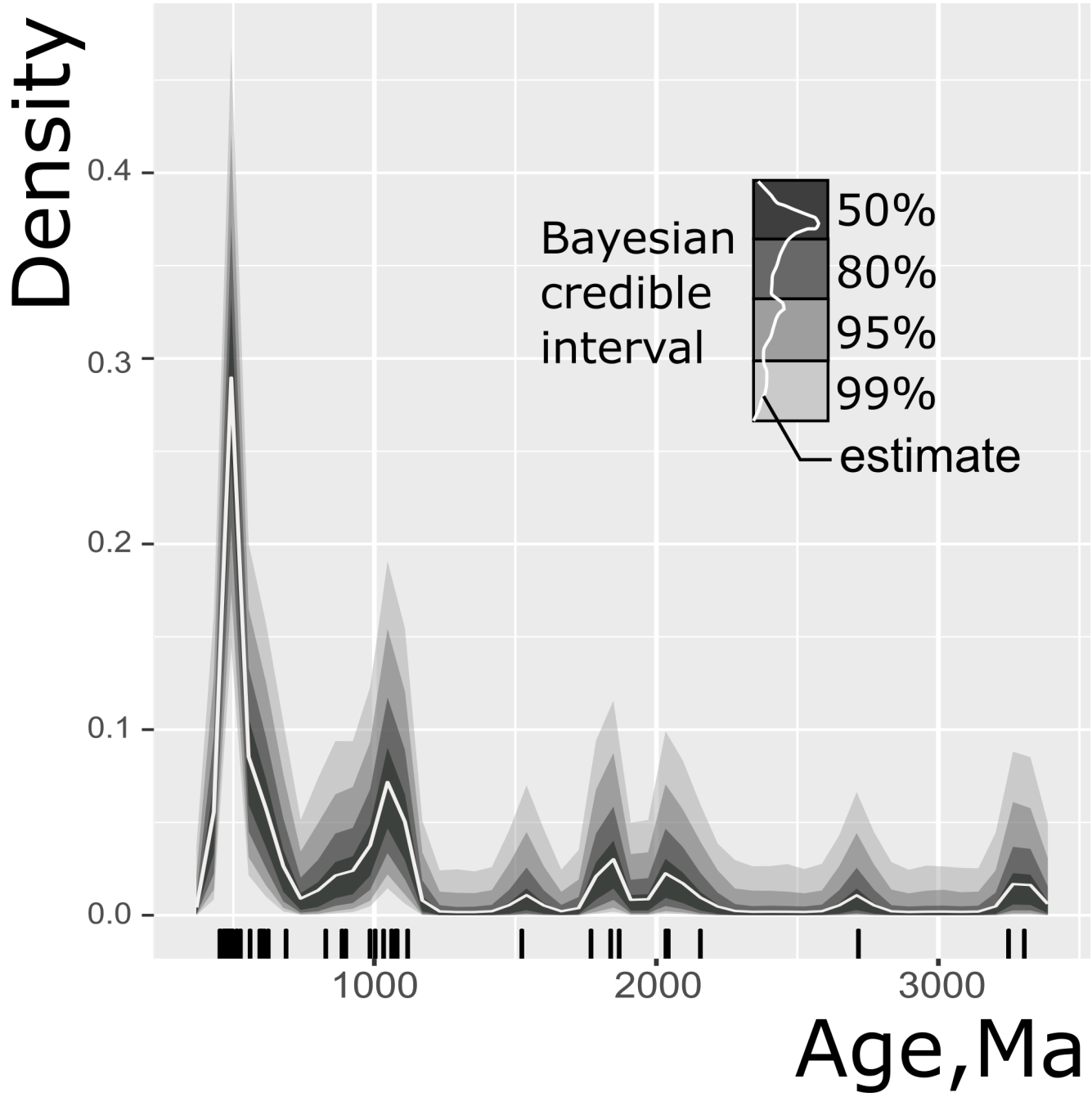
*古川 旦[1]、辻森 樹[1]
*Tan Furukawa[1], Tatsuki Tsujimori[1]

1. 東北大学
1. Tohoku University

Over the past two decades, detrital zircon U-Pb geochronology has become an essential method not only in sedimentary provenance analyses but also in characterization of sedimentary and metamorphic strata. Although the age data has been conventionally evaluated by using relative frequency plots (here after called histograms) and density curves, the lack of statistical verification can cause miss reading of data. In order to overcome the statistical issues raised, this study proposes new statistical evaluation method for detrital zircon geochronology.
The new method is based on Bayesian statistics, adapted a theory proposed by Riihimäki and Vehtari (2014) that provides a flexible modeling for density curve using the Logistic Gaussian Process (LGP)
For introducing non-negative consistency for density curve, the logistic density transformation is performed by $p(x)=\exp(f(x))/\int\exp(f(\mathbf{s}))d\mathbf{s}$; x is age, p(x) is density curve, and f(x) is Gaussian Process; $f(x)\sim GP(0, \kappa(x,x'))$. The covariance matrix $\kappa(x,x')$ is calculated by Gaussian kernel with hyperparameters ρ and σ. For the actual computation, the logistic density transformation has integral difficulties, then, M discretized softmax function is used for approximation for it.
The likelihood function is $L(\mathbf{p}|\rho,\sigma)=\mathbf{y}^{T}\mathbf{p}$. $\mathbf{p}$ is M discretized p(x), and $\mathbf{y}$ is vector of y_i, which is the number of observations that fall within the i'th M discretized age subregion.
We have used programming language R and Stan for the MCMC computation of the statistical model above. When the number of detrital zircon data is several hundred or less, the hyperparameters of Gaussian process ρ and σ do not converge, and Bayesian estimation can not be performed. For this reason, the author estimated most plausible ρ and σ by WAIC. Using zircon data from our own data and the literature, in this presentation, we will demonstrate powerfulness of our new statistical evaluation.

キーワード：ベイズ統計学、砕屑性ジルコン年代学、MCMCアルゴリズム
Keywords: Bayesian statistics, detrital zircon geochronology, MCMC algorithm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人工データを用いた機械学習による地球化学的データ処理および鉱山地域での重金属バックグラウンドを考慮した河川環境評価手法の提案
Geochemical data processing using machine learning with artificial training data and proposal of environmental evaluation method considering natural background of heavy metals in river water in mining area

*佐藤 憲太[1]、澤山 兼吾[1]、土屋 範芳[1]
*Satoh Kenta[1], Kengo Sawayama[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科
1. graduate school of environmental studies, Tohoku University

Acid mining drainage is one of the most important sources of heavy metals in river. Environmental standards are evaluated by the effects on the Ecosystem and human body. However, the current environmental standards do not consider natural background of heavy metals, therefore the method which can evaluate the effects on the environment concerning such heavy metals is needed. Then we propose to apply machine learning to evaluation effects by heavy metals. Using natural soil data and mineral data as training data in machine learning, it will become possible to evaluate the effects concerning heavy metals naturally included in soil. However, it is very important to choose the proper training data set in machine learning. In this study, we created training data artificially. If it can be done that Verifying correctness of this artificial training data, the range of application of machine learning expands. The objective of this study is, firstly, to verify the validity of artificial training data through case study, secondly, to establish the method to evaluate effects on the environment by heavy metals considering natural background of heavy metals. Focusing on the mine area where there are effects by heavy metals has already been confirmed, we digitized the effects by mine as the evaluation score by heavy metals using Support Vector Regression (SVR) and using the element content ratio as attribute. The element content ratio of mine was used as the ore training data and the element content ratio of the area surrounding the mine was used as the training data representing heavy metals naturally included in soil. We created data of the ore training data based on literature data about the mine. Furthermore, we verified validity of the artificial data through comparing three digitized assessment of contamination by the statistical method in the area, by the previous research, and by machine learning. As a result, the evaluation score by each method increased at the same point, and it is verified that the evaluation by machine learning using artificial training data is correct. If we use machine learning using artificial training data, it may improve further development of machine learning in the geochemical data set.

キーワード：環境評価、河川底堆積物、重金属類
Keywords: environmental evaluation, sediment, heavy metals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

*矢部 優[1]、福地 里菜[2]、上木 賢太[1]、濱田 洋平[1]
*Suguru Yabe[1], Rina Fukuchi[2], Kenta Ueki[1], Yohei Hamada[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. UTokyo AORI

International Ocean Discovery Program (IODP) Expeditions have drilled ocean floor to address cores and well logging data for various purposes. Expedition scientists usually define logging units by characterizing logging data, and interpret their geological meaning. Unit classifications and their geological interpretations will be useful to understand the geological formation at the drilling site. The criteria to define such the units are described in the expedition report, which is usually based on the average, the minimum, and the maximum value of logging data. However, there is no mathematical background to support the validity of unit characterization. The motivation of this study is to develop the quantitative method for log unit definition, and to find out overshadowed log-characteristics for detailed geological interpretation.

This study used Hidden Markov Model (HMM) to classify logging data into logging units. HMM is a stochastic model to classify sequential data. In HMM, each sequential step has the unobservable parameter “state”, which corresponds to the logging unit in this case. As the transition probability of the state depends on the state at previous sequential step, HMM considers Markov process. Observable data (logging data in this case) is generated stochastically following the probability distributions defined by the state at each sequential step. Transition probability of the state and data generation probability distributions for each state are parameters to be estimated. We estimated those parameters with Expectation-Maximization (EM) algorithm.

We applied HMM to four drilling sites around Japan. Two sites are located at Nankai subduction zones. In Southwest Japan, Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment (NanTroSEIZE) project conducted a series of IODP expeditions, and large amounts of cores and well-logging data have been acquired. Among these expeditions, we used logging data from Holes C0001D and C0004B drilled during IODP Expedition 314. The other two sites are located at Japan Trench. Hole C0019B was drilled during IODP Expedition 343 as Japan Trench Fast Drilling (JFAST) project. Hole C0020A was drilled during IODP Expedition 337 as Deep Coalbed Biosphere off Shimokita. We selected in-situ electric resistivity, gamma ray, and sonic velocity (P- and S- wave) for the analysis.

For each data set, we tested the number of clusters in HMM from two to nine. We compare our results with the logging unit reported by Expedition scientists. Unit classifications with our method are usually consistent with those by Expedition scientists. However, we observed some differences or finer division of units as well. We discuss the geological meaning of our results.

キーワード：隠れマルコフモデル、クラスタリング、海洋掘削科学
Keywords: Hidden Markov Model, Clustering, Ocean Drilling Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スパースモデリングによる不均質反応非線形ダイナミクスの推定
Sparse Modeling of Nonlinear Dynamics in Heterogeneous Reactions

*伊藤 雅起[1]、桑谷 立[2]、大柳 良介[2]、大森 敏明[1]
*Masaki Ito[1], Tatsu Kuwatani[2], Ryosuke Oyanagi[2], Toshiaki Omori[1]

1. 神戸大学、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Kobe University, 2. JAMSTEC

Surface heterogeneous reactions are chemical reactions with conjugation of multiple phases, and they have the intrinsic nonlinearity of their dynamics caused by the effect of surface-area between different phases. We propose a sparse modeling approach for extracting nonlinear dynamics of surface heterogeneous reactions from sparse and noisy observable data. We employ sparse modeling algorithm and sequential Monte Carlo algorithm to partial observation problem, in order to simultaneously extract substantial reaction terms and surface models from a number of candidates. Using our proposed method, we show that the rate constants of dissolution and precipitation reactions, which are typical examples of surface heterogeneous reactions, necessary surface models and reaction terms underlying observable data were successfully estimated only from the observable temporal changes in the concentration of the dissolved intermediate product.

キーワード：不均質反応、スパースモデリング、非線形ダイナミクス
Keywords: Heterogeneous Reactions, Sparse Modeling, Nonlinear Dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

How to obtain a high-SNR EPMA map?: complementary roles of high-resolution imaging and subsequent binning

*安本 篤史[1]、吉田 健太[2]
*Atsushi Yasumoto[1], Kenta Yoshida[2]

1. (株) 蒜山地質年代学研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Hiruzen Institute of Geology and Chronlogy, 2. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology

Chemical imaging is a common technique to analyze heterogeneous materials. For example in petrology, X-ray mapping with an electron probe microanalyzer (EPMA) visualizes chemical heterogeneities (so-called texture) in rocks. X-ray mapping measures signals of X-rays, and higher signal-to-noise ratio (SNR) improves clarity of heterogeneities, which is generally achieved by increasing probe current and/or dwell time of pixels (e.g., Hiroi et al., 1997). An appropriate probe current is determined by sample damages, upper limits of the detectors, and dead time. Dwell time is also determined by sample damages and available analysis time. To acquire a high-SNR image at a reasonable time, reducing total number of pixels is one plausible solution; however, spatial resolution shall become low. To overcome this trade-off, this study proposes a complementary use of short dwell time mapping and subsequent binning. The short dwell time mapping generates high-spatial-resolution and low-SNR images for observing fine textures, and the binning treatment converts the raw maps to low-spatial-resolution and high-SNR images for detecting small differences in chemistry. This approach is applicable to any imaging techniques, including EPMA, which count signals under a given dwell time.

Chemical imaging records counts of signals from multiple points, typically as orthogonal pixels. If expected counting rates are fixed for pixels, observed counts follow Poisson distribution. In EPMA mapping, this assumption is valid because counting rates of X-rays depend mostly on (1) chemistry and surface conditions of materials which are constant; and (2) on probe current, accelerating voltage, and sensitivity of detectors which are controlled by analysts. According to the reproducibility of Poisson distribution, an expected counting rate of a certain signal from a large pixel is identical to an arithmetic-mean of counting rates of the signal from pixels dividing the large pixel. In other word, a sum of counts from n-by-n pixels in m seconds each is equivalent to measuring a large pixel composed of the n-by-n pixels in mn^2 seconds. A simulation is performed on a 300-by-300 matrix of Mandelbrot set. Expected counts per second is set to squares of Mandelbrot set timed by 20. Then, a 300-by-300 map with 1 second of dwell time, and a 150-by-150 map with 4 seconds of dwell time are generated by Poisson random numbers. The 300-by-300 map has higher spatial resolutions and lower-SNR than the 150-by-150 maps. Let’s consider a binning treatment of the 300-by-300 map, i.e. combining signal intensity of each 2-by-2 pixels into one superpixel. The binned 150-by-150 map is apparently comparable to the native 150-by-150 map. This means that high-SNR (low-resolution) image can be generated subsequently from high-resolution (low-SNR) image at an arbitrary degree, if necessary. A recommended binning method is sum rather than arithmetic mean so that binned values can be modeled with Poisson distributions. For example, if a pixel value is generated by Poisson distribution, its standard deviation can be approximated as square root of the pixel value.

The proposed approach has advantages in statistical analysis dealing with mapping data. For example, cluster analysis on a map classifies pixels into a given number of groups based on similarity of pixel values. Performance of cluster analysis, such as precision and smoothness, may improve by obtaining high-SNR of pixels through binning which separates signal peaks representing different groups. Note that benefit of

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

sum as a binning method appears in cluster analysis because Poisson-distribution-based clustering algorithm (Witten, 2011) is applicable. If pixel values follow Poisson distributions, this algorism is more appropriate and provides better performance than k-means cluster algorism (MacQueen, 1967) which is a simple and common algorism used in variety of fields (Yasumoto et al. 2018).

キーワード：EPMA、マッピング、シグナルノイズ比、空間分解能
Keywords: EPMA, mapping, SNR, spatial resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全岩組成を用いた物質移動量のデータ駆動型解析
Data-driven estimation of material transfer from bulk compositions

*桑谷 立[1,2]、吉田 健太[1]、上木 賢太[1]、大柳 良介[1]、宇野 正起[3]、赤穂 昭太郎[4]
*Tatsu Kuwatani[1,2], Kenta Yoshida[1], Kenta Ueki[1], Ryosuke Oyanagi[1], Masaoki Uno[3], Shotaro Akaho[4]

1. 海洋研究開発機構、2. 科学技術振興機構、3. 東北大学大学院環境科学研究科、4. 産業技術総合研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Japan Science and Technology Agency, 3. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Material transfer of elements is the most important consequences of geological processes. However, it is difficult to estimate it, even if both compositional datasets of before and after are available. This is because the compositional data are not absolute data but relative ratio data. Isocon analysis has been widely applied as a simple and powerful standard tool for quantitative estimation of material transfer to various geoscientific problems. Despite its powerfulness, the method needs to assume the reference frame such as immobile elements or conservation of mass or volume, which relies on the researchers' intuition and experience. We propose a novel data-driven method which determines an appropriate reference frame from compositional data of multiple altered samples. In the proposed method, we use a mathematical framework, called sparse modeling, which can extract essential variables from high-dimensional datasets based on sparsity of the system. By optimizing the evaluation function, the least mobile elements are automatically selected. In this study, the effectiveness is validated and discussed using synthetic and natural sample data. The method seems to be a practical tool for estimate material transfer and it has the potential to be improved for particular problems due to its simple and flexible formulation.

キーワード：アイソコン、疎性モデリング
Keywords: isocon, sparse modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)

地球科学諸現象の解明と予測には，観測・分析データ中に隠れている本質的な物理化学プロセスや構造を抽出することが重要である．近年，情報科学分野では強力なデータ駆動型情報抽出技術が数多く開発されつつあり，様々な自然科学分野でも大きな注目を浴びている．本セッションは地球惑星科学関連データの数理解析に興味を持つ多様な分野の研究者の参加により，学際的な研究交流・発表と情報・意見交換の場を提供する．

[MGI33-P01] 位置情報精度を向上した地球化学データベース「DODAI」について

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、吉田 健太[1]、桑谷 立[1,3]、モハメド 美香[1]、岩森 光[1,2,4] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学地震研究所、3.科学技術振興機構、4.東京工業大学)

[MGI33-P02] Bayesian statistical evaluation method for detrital zircon geochronology

*古川 旦[1]、辻森 樹[1] (1.東北大学)

[MGI33-P03] 人工データを用いた機械学習による地球化学的データ処理および鉱山地域での重金属バックグラウンドを考慮した河川環境評価手法の提案

*佐藤 憲太[1]、澤山 兼吾[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[MGI33-P04] Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

*矢部 優[1]、福地 里菜[2]、上木 賢太[1]、濱田 洋平[1] (1.海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

[MGI33-P05] スパースモデリングによる不均質反応非線形ダイナミクスの推定

*伊藤 雅起[1]、桑谷 立[2]、大柳 良介[2]、大森 敏明[1] (1.神戸大学、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P06] How to obtain a high-SNR EPMA map?: complementary roles of high-resolution imaging and subsequent binning

*安本 篤史[1]、吉田 健太[2] (1.(株) 蒜山地質年代学研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MGI33-P07] 全岩組成を用いた物質移動量のデータ駆動型解析

*桑谷 立[1,2]、吉田 健太[1]、上木 賢太[1]、大柳 良介[1]、宇野 正起[3]、赤穂 昭太郎[4] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.東北大学大学院環境科学研究科、4.産業技術総合研究所)

位置情報精度を向上した地球化学データベース「DODAI」について
The geochemical database “DODAI” with high-precision location coordinates

*原口 悟[1]、上木 賢太[1]、吉田 健太[1]、桑谷 立[1,3]、モハメド 美香[1]、岩森 光[1,2,4]
*Satoru Haraguchi[1], Kenta Ueki[1], Kenta Yoshida[1], Tatsu Kuwatani[1,3], Mika Mohamed[1], Hikaru Iwamori[1,2,4]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学地震研究所、3. 科学技術振興機構、4. 東京工業大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Insititute, the University of Tokyo, 3. PRESTO, 4. Tokyo Institute of Technology

日本国内出版文献に掲載されている地球化学データのコンパイルを行うデータベース「DODAI」を（Haraguchi et al., 2018; 地質学雑誌）を発表した。同データベースは、個々の地球化学データのサンプリング位置を、電子地図を用いて座標化したことにより、位置情報の解像度を飛躍的に向上した。

地球化学データを収録する、国際的なデータベースは、陸上データを主とする「GEOROC」、海域データを主とする「PetDB」等が運用されている。昨今のコンピューター性能の向上による「データ駆動科学」の進展は、これらの「大量のデータ」を、「多数のパラメータ」を基にして、同時に比較することを可能とした。これらのデータベースを基として、マントル構造の不均質性(Iwamori and Nakamura, 2015)等、全球規模での地球化学的不均質性とその由来が議論されている。しかし、両データベース収録データの位置情報は、論文掲載の地質図の「代表的な位置」で一括され、解像度が「度」単位の誤差を含んでいるものがある。このため、日本国内の「地域」単位での研究に対しては、位置の誤差が極めて大きいことが問題となる。これに対して、「DODAI」の高解像度化された位置情報は、誤差は大きいものでもkm以下のオーダ、小さいものでは10m以下の精度を有しており、シームレス地質図（地質調査所）等に記載されたユニットとの１対１の対応を担保するものである。また、収録されるデータの分析手法等の違いなどに由来する様々な「フォーマットの違い」についても、一定の基準のもとの「規格化データ」とともに、メタデータを収録し、データ利用の便を図った。

今回の発表では、これらの「DODAI」データベースのコンセプトを報告するとともに、同データベースが持つ「データベースの持つ可能性」について紹介したい。

キーワード：地球化学データベース、位置情報、フォーマットの統一
Keywords: geochemical database, geocoding, normalization of format

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bayesian statistical evaluation method for detrital zircon geochronology

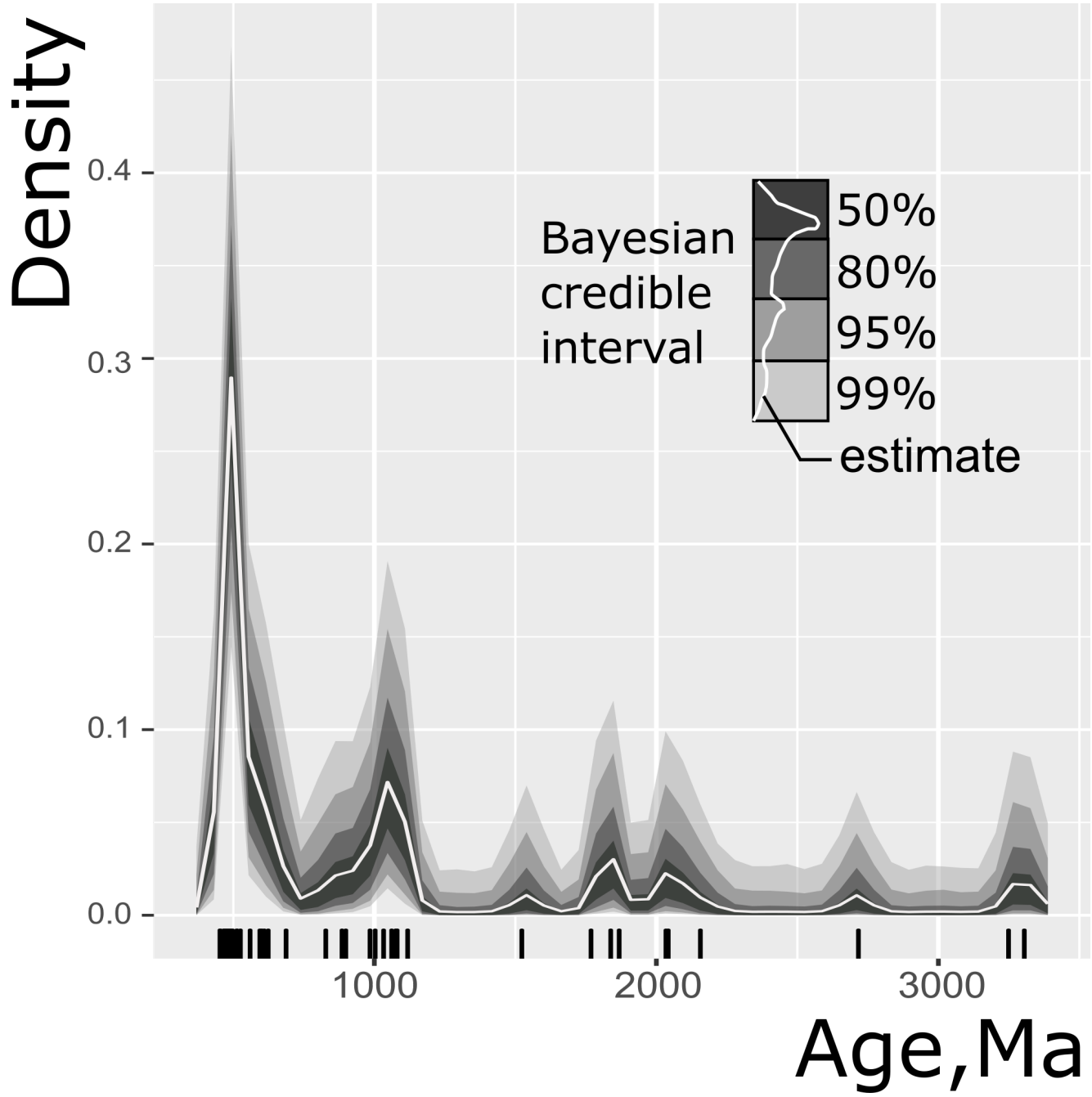
*古川 旦[1]、辻森 樹[1]
*Tan Furukawa[1], Tatsuki Tsujimori[1]

1. 東北大学
1. Tohoku University

Over the past two decades, detrital zircon U-Pb geochronology has become an essential method not only in sedimentary provenance analyses but also in characterization of sedimentary and metamorphic strata. Although the age data has been conventionally evaluated by using relative frequency plots (here after called histograms) and density curves, the lack of statistical verification can cause miss reading of data. In order to overcome the statistical issues raised, this study proposes new statistical evaluation method for detrital zircon geochronology.
The new method is based on Bayesian statistics, adapted a theory proposed by Riihimäki and Vehtari (2014) that provides a flexible modeling for density curve using the Logistic Gaussian Process (LGP)
For introducing non-negative consistency for density curve, the logistic density transformation is performed by $p(x)=\exp(f(x))/\int\exp(f(\mathbf{s}))d\mathbf{s}$; x is age, p(x) is density curve, and f(x) is Gaussian Process; $f(x)\sim GP(0, \kappa(x,x'))$. The covariance matrix $\kappa(x,x')$ is calculated by Gaussian kernel with hyperparameters ρ and σ. For the actual computation, the logistic density transformation has integral difficulties, then, M discretized softmax function is used for approximation for it.
The likelihood function is $L(\mathbf{p}|\rho,\sigma)=\mathbf{y}^{T}\mathbf{p}$. $\mathbf{p}$ is M discretized p(x), and $\mathbf{y}$ is vector of y_i, which is the number of observations that fall within the i'th M discretized age subregion.
We have used programming language R and Stan for the MCMC computation of the statistical model above. When the number of detrital zircon data is several hundred or less, the hyperparameters of Gaussian process ρ and σ do not converge, and Bayesian estimation can not be performed. For this reason, the author estimated most plausible ρ and σ by WAIC. Using zircon data from our own data and the literature, in this presentation, we will demonstrate powerfulness of our new statistical evaluation.

キーワード：ベイズ統計学、砕屑性ジルコン年代学、MCMCアルゴリズム
Keywords: Bayesian statistics, detrital zircon geochronology, MCMC algorithm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人工データを用いた機械学習による地球化学的データ処理および鉱山地域での重金属バックグラウンドを考慮した河川環境評価手法の提案
Geochemical data processing using machine learning with artificial training data and proposal of environmental evaluation method considering natural background of heavy metals in river water in mining area

*佐藤 憲太[1]、澤山 兼吾[1]、土屋 範芳[1]
*Satoh Kenta[1], Kengo Sawayama[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科
1. graduate school of environmental studies, Tohoku University

Acid mining drainage is one of the most important sources of heavy metals in river. Environmental standards are evaluated by the effects on the Ecosystem and human body. However, the current environmental standards do not consider natural background of heavy metals, therefore the method which can evaluate the effects on the environment concerning such heavy metals is needed. Then we propose to apply machine learning to evaluation effects by heavy metals. Using natural soil data and mineral data as training data in machine learning, it will become possible to evaluate the effects concerning heavy metals naturally included in soil. However, it is very important to choose the proper training data set in machine learning. In this study, we created training data artificially. If it can be done that Verifying correctness of this artificial training data, the range of application of machine learning expands. The objective of this study is, firstly, to verify the validity of artificial training data through case study, secondly, to establish the method to evaluate effects on the environment by heavy metals considering natural background of heavy metals. Focusing on the mine area where there are effects by heavy metals has already been confirmed, we digitized the effects by mine as the evaluation score by heavy metals using Support Vector Regression (SVR) and using the element content ratio as attribute. The element content ratio of mine was used as the ore training data and the element content ratio of the area surrounding the mine was used as the training data representing heavy metals naturally included in soil. We created data of the ore training data based on literature data about the mine. Furthermore, we verified validity of the artificial data through comparing three digitized assessment of contamination by the statistical method in the area, by the previous research, and by machine learning. As a result, the evaluation score by each method increased at the same point, and it is verified that the evaluation by machine learning using artificial training data is correct. If we use machine learning using artificial training data, it may improve further development of machine learning in the geochemical data set.

キーワード：環境評価、河川底堆積物、重金属類
Keywords: environmental evaluation, sediment, heavy metals

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

Quantitative Logging Unit Classification with Hidden Markov Model

*矢部 優[1]、福地 里菜[2]、上木 賢太[1]、濱田 洋平[1]
*Suguru Yabe[1], Rina Fukuchi[2], Kenta Ueki[1], Yohei Hamada[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. UTokyo AORI

International Ocean Discovery Program (IODP) Expeditions have drilled ocean floor to address cores and well logging data for various purposes. Expedition scientists usually define logging units by characterizing logging data, and interpret their geological meaning. Unit classifications and their geological interpretations will be useful to understand the geological formation at the drilling site. The criteria to define such the units are described in the expedition report, which is usually based on the average, the minimum, and the maximum value of logging data. However, there is no mathematical background to support the validity of unit characterization. The motivation of this study is to develop the quantitative method for log unit definition, and to find out overshadowed log-characteristics for detailed geological interpretation.

This study used Hidden Markov Model (HMM) to classify logging data into logging units. HMM is a stochastic model to classify sequential data. In HMM, each sequential step has the unobservable parameter “state”, which corresponds to the logging unit in this case. As the transition probability of the state depends on the state at previous sequential step, HMM considers Markov process. Observable data (logging data in this case) is generated stochastically following the probability distributions defined by the state at each sequential step. Transition probability of the state and data generation probability distributions for each state are parameters to be estimated. We estimated those parameters with Expectation-Maximization (EM) algorithm.

We applied HMM to four drilling sites around Japan. Two sites are located at Nankai subduction zones. In Southwest Japan, Nankai Trough Seismogenic Zone Experiment (NanTroSEIZE) project conducted a series of IODP expeditions, and large amounts of cores and well-logging data have been acquired. Among these expeditions, we used logging data from Holes C0001D and C0004B drilled during IODP Expedition 314. The other two sites are located at Japan Trench. Hole C0019B was drilled during IODP Expedition 343 as Japan Trench Fast Drilling (JFAST) project. Hole C0020A was drilled during IODP Expedition 337 as Deep Coalbed Biosphere off Shimokita. We selected in-situ electric resistivity, gamma ray, and sonic velocity (P- and S- wave) for the analysis.

For each data set, we tested the number of clusters in HMM from two to nine. We compare our results with the logging unit reported by Expedition scientists. Unit classifications with our method are usually consistent with those by Expedition scientists. However, we observed some differences or finer division of units as well. We discuss the geological meaning of our results.

キーワード：隠れマルコフモデル、クラスタリング、海洋掘削科学
Keywords: Hidden Markov Model, Clustering, Ocean Drilling Science

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スパースモデリングによる不均質反応非線形ダイナミクスの推定
Sparse Modeling of Nonlinear Dynamics in Heterogeneous Reactions

*伊藤 雅起[1]、桑谷 立[2]、大柳 良介[2]、大森 敏明[1]
*Masaki Ito[1], Tatsu Kuwatani[2], Ryosuke Oyanagi[2], Toshiaki Omori[1]

1. 神戸大学、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Kobe University, 2. JAMSTEC

Surface heterogeneous reactions are chemical reactions with conjugation of multiple phases, and they have the intrinsic nonlinearity of their dynamics caused by the effect of surface-area between different phases. We propose a sparse modeling approach for extracting nonlinear dynamics of surface heterogeneous reactions from sparse and noisy observable data. We employ sparse modeling algorithm and sequential Monte Carlo algorithm to partial observation problem, in order to simultaneously extract substantial reaction terms and surface models from a number of candidates. Using our proposed method, we show that the rate constants of dissolution and precipitation reactions, which are typical examples of surface heterogeneous reactions, necessary surface models and reaction terms underlying observable data were successfully estimated only from the observable temporal changes in the concentration of the dissolved intermediate product.

キーワード：不均質反応、スパースモデリング、非線形ダイナミクス
Keywords: Heterogeneous Reactions, Sparse Modeling, Nonlinear Dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

How to obtain a high-SNR EPMA map?: complementary roles of high-resolution imaging and subsequent binning

*安本 篤史[1]、吉田 健太[2]
*Atsushi Yasumoto[1], Kenta Yoshida[2]

1. (株) 蒜山地質年代学研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Hiruzen Institute of Geology and Chronlogy, 2. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology

Chemical imaging is a common technique to analyze heterogeneous materials. For example in petrology, X-ray mapping with an electron probe microanalyzer (EPMA) visualizes chemical heterogeneities (so-called texture) in rocks. X-ray mapping measures signals of X-rays, and higher signal-to-noise ratio (SNR) improves clarity of heterogeneities, which is generally achieved by increasing probe current and/or dwell time of pixels (e.g., Hiroi et al., 1997). An appropriate probe current is determined by sample damages, upper limits of the detectors, and dead time. Dwell time is also determined by sample damages and available analysis time. To acquire a high-SNR image at a reasonable time, reducing total number of pixels is one plausible solution; however, spatial resolution shall become low. To overcome this trade-off, this study proposes a complementary use of short dwell time mapping and subsequent binning. The short dwell time mapping generates high-spatial-resolution and low-SNR images for observing fine textures, and the binning treatment converts the raw maps to low-spatial-resolution and high-SNR images for detecting small differences in chemistry. This approach is applicable to any imaging techniques, including EPMA, which count signals under a given dwell time.

Chemical imaging records counts of signals from multiple points, typically as orthogonal pixels. If expected counting rates are fixed for pixels, observed counts follow Poisson distribution. In EPMA mapping, this assumption is valid because counting rates of X-rays depend mostly on (1) chemistry and surface conditions of materials which are constant; and (2) on probe current, accelerating voltage, and sensitivity of detectors which are controlled by analysts. According to the reproducibility of Poisson distribution, an expected counting rate of a certain signal from a large pixel is identical to an arithmetic-mean of counting rates of the signal from pixels dividing the large pixel. In other word, a sum of counts from n-by-n pixels in m seconds each is equivalent to measuring a large pixel composed of the n-by-n pixels in mn^2 seconds. A simulation is performed on a 300-by-300 matrix of Mandelbrot set. Expected counts per second is set to squares of Mandelbrot set timed by 20. Then, a 300-by-300 map with 1 second of dwell time, and a 150-by-150 map with 4 seconds of dwell time are generated by Poisson random numbers. The 300-by-300 map has higher spatial resolutions and lower-SNR than the 150-by-150 maps. Let’s consider a binning treatment of the 300-by-300 map, i.e. combining signal intensity of each 2-by-2 pixels into one superpixel. The binned 150-by-150 map is apparently comparable to the native 150-by-150 map. This means that high-SNR (low-resolution) image can be generated subsequently from high-resolution (low-SNR) image at an arbitrary degree, if necessary. A recommended binning method is sum rather than arithmetic mean so that binned values can be modeled with Poisson distributions. For example, if a pixel value is generated by Poisson distribution, its standard deviation can be approximated as square root of the pixel value.

The proposed approach has advantages in statistical analysis dealing with mapping data. For example, cluster analysis on a map classifies pixels into a given number of groups based on similarity of pixel values. Performance of cluster analysis, such as precision and smoothness, may improve by obtaining high-SNR of pixels through binning which separates signal peaks representing different groups. Note that benefit of

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

sum as a binning method appears in cluster analysis because Poisson-distribution-based clustering algorithm (Witten, 2011) is applicable. If pixel values follow Poisson distributions, this algorism is more appropriate and provides better performance than k-means cluster algorism (MacQueen, 1967) which is a simple and common algorism used in variety of fields (Yasumoto et al. 2018).

キーワード：EPMA、マッピング、シグナルノイズ比、空間分解能
Keywords: EPMA, mapping, SNR, spatial resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全岩組成を用いた物質移動量のデータ駆動型解析
Data-driven estimation of material transfer from bulk compositions

*桑谷 立[1,2]、吉田 健太[1]、上木 賢太[1]、大柳 良介[1]、宇野 正起[3]、赤穂 昭太郎[4]
*Tatsu Kuwatani[1,2], Kenta Yoshida[1], Kenta Ueki[1], Ryosuke Oyanagi[1], Masaoki Uno[3], Shotaro Akaho[4]

1. 海洋研究開発機構、2. 科学技術振興機構、3. 東北大学大学院環境科学研究科、4. 産業技術総合研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Japan Science and Technology Agency, 3. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Material transfer of elements is the most important consequences of geological processes. However, it is difficult to estimate it, even if both compositional datasets of before and after are available. This is because the compositional data are not absolute data but relative ratio data. Isocon analysis has been widely applied as a simple and powerful standard tool for quantitative estimation of material transfer to various geoscientific problems. Despite its powerfulness, the method needs to assume the reference frame such as immobile elements or conservation of mass or volume, which relies on the researchers' intuition and experience. We propose a novel data-driven method which determines an appropriate reference frame from compositional data of multiple altered samples. In the proposed method, we use a mathematical framework, called sparse modeling, which can extract essential variables from high-dimensional datasets based on sparsity of the system. By optimizing the evaluation function, the least mobile elements are automatically selected. In this study, the effectiveness is validated and discussed using synthetic and natural sample data. The method seems to be a practical tool for estimate material transfer and it has the potential to be improved for particular problems due to its simple and flexible formulation.

キーワード：アイソコン、疎性モデリング
Keywords: isocon, sparse modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-GI 地球科学一般・情報地球科学

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | A08 東京ベイ幕張ホール

[M-GI33] データ駆動地球惑星科学

コンビーナ:桑谷 立(国立研究開発法人　海洋研究開発機構)、長尾 大道(東京大学地震研究所)、上木 賢太(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、加納 将行(東北大学理学研究科)、座長:桑谷 立(海洋研究開発機構)、矢部 優(海洋研究開発機構)

地球科学諸現象の解明と予測には，観測・分析データ中に隠れている本質的な物理化学プロセスや構造を抽出することが重要である．近年，情報科学分野では強力なデータ駆動型情報抽出技術が数多く開発されつつあり，様々な自然科学分野でも大きな注目を浴びている．本セッションは地球惑星科学関連データの数理解析に興味を持つ多様な分野の研究者の参加により，学際的な研究交流・発表と情報・意見交換の場を提供する．

15:30 ~ 16:00

[MGI33-06] マルコフ連鎖モンテカルロ法の現状：多峰性問題に強い手法とその応用を中心として

★招待講演

*伊庭 幸人[1] (1.統計数理研究所)

16:00 ~ 16:15

[MGI33-07] **Specifying rate constants and reaction path on the water-rock chemical reaction based on exchange Monte Carlo method and sparse modeling**

*大柳 良介[1]、桑谷 立[1]、大森 敏明[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.神戸大学)

16:15 ~ 16:30

[MGI33-08] 岩石ー水相互作用によるマルチスケール構造の理解のためのコア試料のX線CT画像の超解像

*大森 敏明[1]、岡本 敦[2]、道林 克禎[3]、 Oman Drilling Project Phase 2 Science Party (1.神戸大学、2.東北大学、3.名古屋大学)

16:30 ~ 16:45

[MGI33-09] パーシステントホモロジーを用いた3次元き裂ネットワークの構造評価

*宮澤 美幸[1]、鈴木 杏奈[2]、岡本 敦[1]、清水 浩之[3]、大林 一平[4]、平岡 裕章[4,5]、伊藤 高敏[2] (1.東北大学環境科学研究科、2.東北大学流体科学研究所、3.鹿島建設株式会社　土木設計本部、4.東北大学材料科学高等研究所、5.京都大学高等研究院)

16:45 ~ 17:00

[MGI33-10] Characteristic patterns and minimal dynamics of correlated seismicity in Japanese island region

*鳥海 光弘[1] (1.海洋研究開発機構)

マルコフ連鎖モンテカルロ法の現状：多峰性問題に強い手法とその応用を中心として

Markov Chain Monte Carlo: algorithms for multimodal distribution and their applications

*伊庭 幸人[1]
*Yukito iba[1]

1. 統計数理研究所
1. The Institute of Statistical Mathematics

本講演では、まず、統計物理で生まれたマルコフ連鎖モンテカルロ法がベイズ統計に応用されるまでの歴史とWinBugs, JAGS, Stanなど現在利用できる計算環境について簡単に説明する。次に、複雑で非線形性・非ガウス性の強い問題に適用するためには多峰性の分布の扱いがポイントであることを指摘し、そのために有用な手法としてレプリカ交換モンテカルロ法(パラレルテンパリング)を紹介する。最後に、マルコフ連鎖モンテカルロ法の適用分野は統計物理とベイズ統計に限らず、魔方陣の個数の推定、非線形力学系の珍しい軌道のサンプリング、複雑な統計的検定など、確率や高次元体積に関連した問題への多様な応用が可能であることを論じる。

キーワード：マルコフ連鎖モンテカルロ法、レプリカ交換モンテカルロ法（パラレルテンパリング）、ベイズモデリング、レアイベントサンプリング
Keywords: Markov Chain Monte Carlo, Replica Exchange Monte Carlo (Parallel Tempering), Bayesian modeling, rare event sampling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Specifying rate constants and reaction path on the water-rock chemical reaction based on exchange Monte Carlo method and sparse modeling

*大柳 良介[1]、桑谷 立[1]、大森 敏明[2]
*Ryosuke Oyanagi[1], Tatsu Kuwatani[1], Omori Toshiaki[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 神戸大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kobe University

Water-rock interaction in surface and subsurface environments occurs in complex multicomponent systems and involves several reactions, including element transfer. Such kinetic information is obtained by fitting a forward model into the temporal evolution of solution chemistry or the spatial pattern recorded in the rock samples, although geochemical and petrological data are essentially sparse and noisy. Therefore, the optimization of kinetic parameters sometimes fails to converge toward the global minimum due to being trapped in a local minimum.

In this study, we present a novel framework to estimate multiple reaction-rate constants from the mineral distribution pattern in a rock by using the exchange Monte Carlo method (Hukushima & Nemoto, 1997; Iba, 2001). We applied the method to the synthetic data, which includes nine unknown parameters to be estimated (Oyanagi et al., 2018). As a result, probabilistic distribution of six unknown parameters among them showed normal distributions and the proposed method could find each true parameter. However, the probabilistic distribution of others showed uniform distributions and the proposed method failed to estimate each true value because these parameters did not contribute to the observed dataset. We suggest that effective reaction paths could be extracted from mineral distribution pattern in a rock, by excluding non-effective rate constant using a sparse Modeling.

References

Hukushima K, Nemoto K (1996) Exchange Monte Carlo method and application to spin glass simulations. J Phys Soc Japan 65:1604–1608. doi: 10.1143/JPSJ.65.1604

Iba Y (2001) Extended Ensemble Monte Carlo. Int J Mod Phys C 12:623–656. doi: 10.1142/S0129183101001912

Oyanagi R, Okamoto A, Tsuchiya N (2018) Multiple Kinetic Parameterization in a Reactive Transport Model Using the Exchange Monte Carlo Method. Minerals 8:579. doi: 10.3390/min8120579

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩石ー水相互作用によるマルチスケール構造の理解のためのコア試料のX線CT画像の超解像

Superresolution of X-ray CT images of core samples for understanding the multi-scale structures of water-rock interaction

*大森 敏明[1]、岡本 敦[2]、道林 克禎[3]、- Oman Drilling Project Phase 2 Science Party
*Toshiaki Omori[1], Atsushi Okamoto[2], Katsuyoshi Michibayashi[3], Oman Drilling Project Phase 2 Science Party -

1. 神戸大学、2. 東北大学、3. 名古屋大学
1. Kobe Univ., 2. Tohoku Univ., 3. Nagoya Univ.

X-ray computed tomography (CT) has become a common tool of earth sciences for the 3D imaging of various structures (layering, fractures, pores etc) of rocks. Recently, several scientific drilling projects has been carried out, and the X-ray CT of such cores provide us the 100 to 1000 m scale continuous data. However, the resolution of such X-ray CT for the cores (for example, ~0.17 mm by the X-ray CT of Drilling Chikyu) is slightly low compare to reveal the shape and geometry of mineral grains and thin fractures. In contrast, the resolution of X-ray CT in usual laboratories is high (~0.01 mm). Therefore, if we can link the high resolution X-ray CT in the lab of the limited samples to the low resolution drilling core CT data, we can obtain the valuable big data for the analyses of multi-scale structures.

For this purpose, we have tried to apply sparse superresolution techniques to the sample of serpentinezed dunite in the Moho transition zone taken by the Oman Drilling project (CM1A). We took the X-ray CT images of the samples with the voxel size of 10, 20, 40 and 80 micrometers. The X-ray CT image reveals that distribution of magnetite and spinel grains and fractures filled with serpentine. In sparse image representation framework, an image is expressed as a sparse linear combination of basis images. In learning phase, basis images are learned from multiple X-ray CT images. In superresolution phase, high resolution X-ray CT image is estimated from low resolution one through common sparse representation of basis images between high and low resolution images. By applying the sparse superresolution technique to the sample of serpentinezed dunite, we obtained results that 2x and 4x sparse superresolutions provide fine structure from low resolution X-ray image.

キーワード：Oman Drilling Project、superresolution、sparse modeling
Keywords: Oman Drilling Project, superresolution, sparse modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

パーシステントホモロジーを用いた3次元き裂ネットワークの構造評価
3-dimensional Fracture Network Analysis by Persistent Homology

*宮澤 美幸[1]、鈴木 杏奈[2]、岡本 敦[1]、清水 浩之[3]、大林 一平[4]、平岡 裕章[4,5]、伊藤 高敏[2]
*Miyuki Miyazawa[1], Anna Suzuki[2], Atsushi Okamoto[1], Hiroyuki Shimizu[3], Ippei Obayashi[4], Yasuaki Hiraoka[4,5], Takatoshi Ito[2]

1. 東北大学環境科学研究科、2. 東北大学流体科学研究所、3. 鹿島建設株式会社　土木設計本部、4. 東北大学材料科学高等研究所、5. 京都大学高等研究院
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Institute of Fluid Science, Tohoku University, 3. Kajima Corporation, 4. The Advanced Institute for Materials Research, Tohoku University, 5. Kyoto University

位相幾何学に由来するパーシステントホモロジー(PH)は、画像や3D データに表れる“穴”、すなわち連結性の情報を抽出することで、複雑な構造を定量評価できる方法である。き裂性岩体ではき裂同士の連結性が岩体の流れを支配しており、 PHにより構造と流れの関係を評価できると期待できる。

PHによる画像解析の一例を Fig.1に示す。ここでは中央の画像(original)を解析することを考える。黒いピクセルを減らす過程を左方向に、増やす過程を右方向に表し、上の数字が黒いピクセルの増減量を示している。PHでは、穴（ピクセルで囲われた領域）が現れることをBirth、穴が潰れることをDeathと呼んでいる。規則的なメッシュ構造をき裂分布としてPHによって解析した場合、Birthがき裂開口幅、Deathがき裂間隔、BirthとDeathの組み合わせの数がマトリックスブロックの数を表すことがわかった。

本研究では、岩石のき裂構造と数値シミュレーション結果のき裂画像をPHにより定量評価した。数値シミュレーションでは、カンラン石が加水反応によって蛇紋石となる膨張過程を考慮し、離散要素法と有限差分法により岩石内の流体流動とき裂進展を計算した[1]。シミュレーションから得られた画像と天然の岩石の薄片画像をPHを用いて解析し、得られたPHパラメータをプロットしたものをFig. 2に示す。ここで、横軸はBirthとDeathの組み合わせの数、縦軸はDeathの最大値を示しており、それぞれ、マトリックスブロックの数、最大のき裂間隔を表していると考えることができる。Fig.2より、実際のき裂画像の構造に近い数値計算結果を選出し、その時の流動条件が蛇紋岩のき裂構造の形成条件であると推測した。推測した結果は、 岩石学者の経験や感覚によって選定した結果と一致している(Okamoto and Shimizu, 2016)。PHを用いて経過時間、流動条件などが異なるき裂構造を定量的に評価・比較し、き裂の生成条件の検討や、き裂の進展予測を行うことが期待される。

キーワード：位相幾何学、データサイエンス、メッシュ構造、3Dプリンター
Keywords: Topology, Data science, Mesh structure, 3D printer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

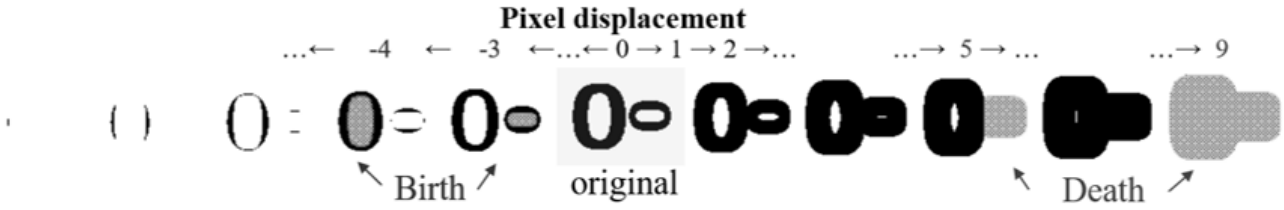


Fig.1 : Example of image analysis by persistent homology.

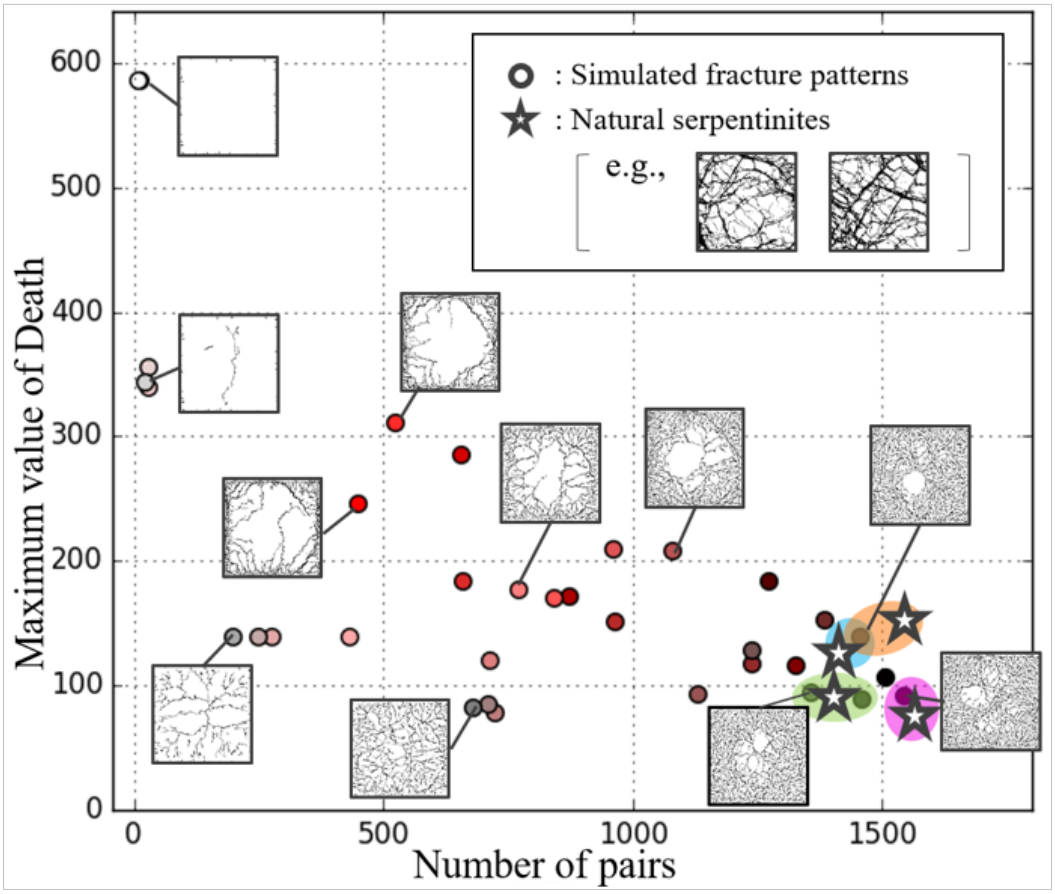


Fig.2 : PH analysis results.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristic patterns and minimal dynamics of correlated seismicity in Japanese island region

*鳥海 光弘[1]
*mitsuhiro toriumi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan agency of marine science and technology

The seismicity rates in this study are defined as the seismic event numbers of the given volume having one degree of longitude and 2.5 degree of latitude from the surface to 30 km depth and 30 to 660km depth in the Japanese islands region. It shows that the characteristic trends of time series of strongly correlated seismicity are possibly obtained as transformed seismicity rates by SVD; the one shows the long term change, second does the periodic time series with various periodicity involving annual variation, and third does nearly Gaussian noise. The first two types of time series can be mapped as five clusters in the diagram of newly transformed seismicity rate coordinates, suggesting existence of stable nodes with annual oscilation and gaussian noises. From these stable nodes, it concludes that the minimal dynamics of the seismicity of the Japanese island region is approximated as the simple low dimensional nonlinear dynamics with semi-periodic variable as is similar to van del Pol equation.

キーワード：地震活動度の時空間変化、相関地震活動、最小非線形ダイナミクス
Keywords: spatio-temporal variation of seismicity, correlated seismicity time series, minimal non-linear dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 9:00 ~ 10:30 | 104 1F

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)、座長:Yusaku Ohta

GNSSは、大気圏、電離圏、固体地球の基盤となる統合観測システムとなっている。地上及び宇宙基地型GNSS観測は、2006年より数値気象予報の改善に貢献している。近年では反射波を用いて高度、地面粗度、土壌水分、積雪深、湿度や植生インデックスを導出する研究が発展している。船舶やブイなど海洋上のGNSS観測は、海面高度に加えて海洋上の水蒸気観測の能力を持つ。Multi-GNSSがもたらす観測データの増加は、統合地球観測システムとしてのGNSSの能力を拡大させる。
本セッションの目的は、GNSS研究の最新成果を共有し、あらたな学際研究を促進することにある。GNSSを用いた大気（対流圏、電離圏）、GNSS-R、またGNSS-音響観測による海底測位のようなの異なる観測の統合に関する投稿を歓迎する。

9:00 ~ 9:30

[MTT46-01] 準天頂衛星システムの現状と将来構想

★招待講演

*小暮 聡[1] (1.内閣府宇宙開発戦略推進事務局準天頂衛星システム戦略室)

9:30 ~ 9:45

[MTT46-02] Application of the GNSS-A for other academic fields and fundamental marine information network

*横田 裕輔[1]、石川 直史[2]、渡邉 俊一[2] (1.東京大学生産技術研究所、2.海上保安庁海洋情報部)

9:45 ~ 10:00

[MTT46-03] Feasibility of the GNSS carrier phase to fault slip approach for the estimation of slip phenomena in subduction zone

*田中 優介[1]、太田 雄策[1]、宮崎 真一[2] (1.東北大学、2.京都大学)

10:00 ~ 10:15

[MTT46-04] Assimilation experiments of GNSS-derived ZTD and Sentinel-derived products into WRF to improve forecasts of severe rain events in Italy

*Eugenio Realini[1]、Martina Lagasio[2]、Luca Pulvirenti[2]、Antonio Parodi[2]、Andrea Gatti[1]、Giulio Tagliaferro[1]、Giovanna Venuti[3]、Stefano Barindelli[3]、Emanuele Passera[4]、Alessio Rucci[4]、Nazzareno Pierdicca[5]、Bjorn Rommen[6] (1.Geomatics Research & Development srl、2.CIMA Research Foundation、3.Dept. of Civil and Environmental Engineering, Politecnico di Milano、4.TRE Altamira srl、5.Dept. of Information Engineering, Electronics and Telecommunications, Sapienza Univ. of Rome、6.European Space Agency (ESA-ESTEC))

10:15 ~ 10:30

[MTT46-05] **An analysis of tropospheric delays using goGPS software on all GEONET stations during the passage of Typhoon Jebi in September 2018**

*Andrea Gatti[1]、Eugenio Realini[1]、Giulio Tagliaferro[1] (1.Geomatics Research & Development srl)

準天頂衛星システムの現状と将来構想
The latest status of Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) and its future expansion

*小暮 聡[1]
*Satoshi Kogure[1]

1. 内閣府宇宙開発戦略推進事務局準天頂衛星システム戦略室
1. QZSS Straetegy Office, National Space Policy Secretariate, Cabinet Office

The Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) is a regional space-based Position, Navigation and Timing (PNT) system developed and operated by Japanese government as their important national infrastructure. Three consecutive launches were successfully conducted in 2017. The official operational service has been launched since November 1, 2018. The expansion to 7 satellite constellation is now being investigated. The presentation shows the latest status of the QZSS program as well as its future expansion.

キーワード：準天頂衛星システム、衛星測位システム、全世界衛星航法システム
Keywords: QZSS, Space-cased Position Navigation and Timing system, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of the GNSS-A for other academic fields and fundamental marine information network

*横田 裕輔[1]、石川 直史[2]、渡邉 俊一[2]
*Yusuke Yokota[1], Tadashi Ishikawa[2], Shun-ichi Watanabe[2]

1. 東京大学生産技術研究所、2. 海上保安庁海洋情報部
1. Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 2. Hydrographic and Oceanographic department, Japan Coast Guard

The GNSS-A observation technology had detected coseismic deformation fields just above the megathrust earthquake [Sato et al., 2011, Science; Kido et al., 2011, GRL], postseismic deformations [Watanabe et al., 2014, GRL; Tomita et al., 2017, Sci. Adv.] and interseismic coupling condition [Yokota et al., 2016, Nature]. In addition, we recently upgraded the GNSS-A methodology in aspects of observation frequency and accuracy and detected a longer-term sequence of slow slip events (SSEs). The detected undersea SSEs led a new discussion about a diverse behavior of SEQs and provide many questions, i.e., their stress loading for coupling region and difference of geological condition in the SSE, other SEQs and coupling regions, to be solved by the future seafloor, submarine and onshore geophysical monitoring.

In the development process of this new GNSS-A system, new oceanographic information in km scale region was found to be extractable from the GNSS-A data [Yokota et al., 2018, MGR]. This data has features consistent and inconsistent with the JCOPE2 model [Miyazawa et al., 2009, JO], so the GNSS-A system has a potential to provide new observation data of very narrow marine region.

These observations have extremely high scientific potential from the viewpoint of seismology, earthquake disaster prevention engineering and submarine geology about megathrust subduction zones and unknown potential about new multidisciplinary aspects called the nano-scale GNSS-A oceanography and the marine GNSS meteorology. In order to promote the distribution of data to the earthquake science community and different academic fields, it is necessary to establish a simple data format and manage using doi. In particular, for carrying out long-term and stable observation, we must construct strong management and evaluation system to perform appropriately data collection and observation operation. The realization of such a solid fundamental marine observation network will also have a positive effect on new research and development.

Moreover, it is necessary to enhance the GNSS-A observation system to upgrade the observation density, continuity and real-time property for understanding the subduction zone and disaster prevention. Eventually, we should construct next-generation fundamental network that aggregates the marine information system that utilize total data in real time based on numerical simulation and data assimilation.

キーワード：GNSS-A、海底測地観測網、海洋観測
Keywords: GNSS-A, seafloor geodetic observation network, marine observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Feasibility of the GNSS carrier phase to fault slip approach for the estimation of slip phenomena in subduction zone

*田中 優介[1]、太田 雄策[1]、宮崎 真一[2]
*Yusuke Tanaka[1], Yusaku Ohta[1], SHINICHI MIYAZAKI[2]

1. 東北大学、2. 京都大学
1. Tohoku University, 2. Kyoto University

Precise detection of coseismic deformation and estimation of its source model are especially important in the case of earthquake occur in subduction zones, because it is directly related to accurate tsunami forecasting. Recent years, many researchers have tried to estimate earthquake source model and/or tsunami wave field in real-time using Global Navigation Satellite System (GNSS). However, conventional GNSS-based monitoring requires huge computational cost for positioning analysis. Using coordinate time series for observation also causes difficulty to evaluate accuracy of separation between deformation and other unknown parameters such as tropospheric delay. Additionally, current positioning analysis strongly depends on precise orbit information which is provided externally.

According to such background, we investigate the feasibility of deformation monitoring based on the GNSS carrier phase to fault slip approach for subduction zone. This method, which we call PTS (Phase To Slip) detects fault slip directly from GNSS carrier phase variation without positioning analysis. As PTS method estimates all unknown parameters in parallel, computational costs for real-time seismic monitoring can be reduced. Moreover, PTS does not require high-quality satellite orbit because it relies only on changes in azimuthal site-to-satellite ranges (Tanaka, Ohta, and Miyazaki, GRL, 2019).

Here we applied the PTS method to the largest aftershock of the 2011 Tohoku-Oki earthquake. In the analysis, we used both precise orbit provided by International GNSS Service (IGS) and broadcast orbit submitted from satellite without any network connection. As a result, we obtained very similar coseismic slip distribution in the two cases. Inferred fault slip showed clear thrust slip and was equivalent to M_w 7.8. These results well agree with the estimation based on conventional GNSS analysis such as Nishimura et al. (EPS, 2011). Calculated surface displacements also agree with independent conventional GNSS analysis result. These results indicate that the PTS method can be useful as a supplementary system of current deformation monitoring, which does not require any external information. Furthermore, once we could obtain slip distribution, we can also convert it into deformation of sea bottom, which is equivalent to initial tsunami source. Thus, our results suggest potential feasibility of PTS method for tsunami forecasting.
In the presentation, we will describe application of the PTS method to whole process of Tohoku-Oki earthquake, including its foreshock, mainshock and following aftershocks. Beside detail of its result, we will also demonstrate quantitative evaluation of parameter separation accuracy inside PTS analysis.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assimilation experiments of GNSS-derived ZTD and Sentinel-derived products into WRF to improve forecasts of severe rain events in Italy

*Eugenio Realini[1], Martina Lagasio[2], Luca Pulvirenti[2], Antonio Parodi[2], Andrea Gatti[1], Giulio Tagliaferro[1], Giovanna Venuti[3], Stefano Barindelli[3], Emanuele Passera[4], Alessio Rucci[4], Nazzareno Pierdicca[5], Bjorn Rommen[6]

1. Geomatics Research & Development srl, 2. CIMA Research Foundation, 3. Dept. of Civil and Environmental Engineering, Politecnico di Milano, 4. TRE Altamira srl, 5. Dept. of Information Engineering, Electronics and Telecommunications, Sapienza Univ. of Rome, 6. European Space Agency (ESA-ESTEC)

The Italian peninsula is frequently struck by severe floods and flash floods causing losses of lives and significant damages every year. Improving the accuracy of rain forecasts is a fundamental goal to limit social and economic damages. Forecasts based on numerical weather prediction (NWP) models are challenged by the uncertainty related to the initial state of the atmosphere at small spatial-temporal scales. The inevitable model spin-up often results in an inaccurate simulation of the timing, the location and the severity of convective events. This challenge becomes even more relevant when the model grid spacing is approaching the kilometer scale, mainly because of the lack of high spatiotemporal resolution observations. In this scenario the STEAM (SaTellite Earth observation for Atmospheric Modelling) project, funded by the European Space Agency (ESA), has the aim of investigating to what extent GNSS-derived and Sentinel SAR-derived tropospheric delay data, as well as other Sentinel-derived products (i.e. soil moisture, soil and sea temperature, wind over sea) can be used to better understand and predict, with high spatial-temporal resolution, the atmospheric phenomena resulting in severe rain events and intense atmospheric turbulence. About 400 GNSS stations distributed throughout Italy were processed by the precise point positioning (PPP) technique, by means of the free and open source software goGPS, to estimate zenith total delay (ZTD) time series. Atmospheric phase screens (APS) were generated from Sentinel-1 observations, calibrated and converted to absolute tropospheric delays by using data from the Generic Atmospheric Correction Online Service for InSAR (GACOS). Surface soil moisture maps were retrieved from Sentinel-1 observations, by means of a multi-temporal algorithm that uses time series of Sentinel-1 data and ancillary data, such as a plant water content map, as inputs. Soil and sea temperature are directly available from ESA as level-2 products based on Sentinel-3, as well as the wind field over sea, based on Sentinel-1.
The experimental results concern two intense rainfall events and subsequent floods that occurred in Italy in Autumn 2017. The best results were obtained by assimilating the wind field (in the first test case) and the GNSS-derived ZTD (in the second test case). Promising results were achieved also by performing a combined assimilation of wind field and ZTD, and direct insertion of soil moisture. The outcomes of this study seem to confirm the synergy between high-resolution numerical weather models and a set of GNSS-derived and Sentinel-derived Earth Observation products, at least for the forecast of severe rain events.

Keywords: GNSS, SAR, Sentinel, NWP, Assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An analysis of tropospheric delays using goGPS software on all GEONET stations during the passage of Typhoon Jebi in September 2018

*Andrea Gatti[1], Eugenio Realini[1], Giulio Tagliaferro[1]

1. Geomatics Research & Development srl

Nowadays, tropospheric delays estimated from GPS observations are widely used for studying weather events all over the world. Some meteorological agencies already use Zenith Tropospheric Delays (ZTD), or similar observables, by assimilation into numerical weather prediction (NWP) models; however, the increasing number of satellites from newer GNSS constellations (Galileo, QZSS, BeiDou, IRNSS), the advent of low-cost receivers and the advancement of techniques and models left space for further studies on the topic.

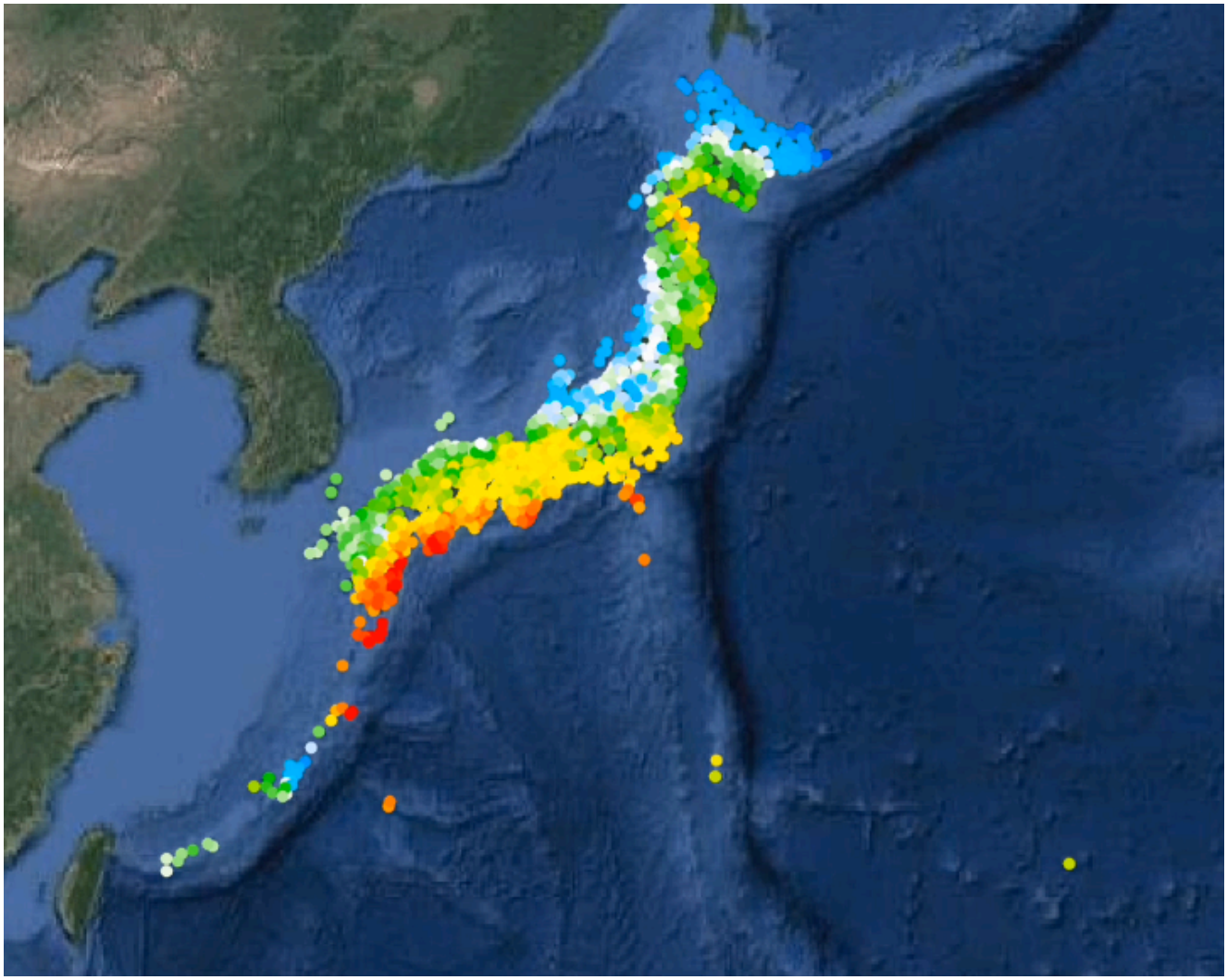
The new version of the open-source goGPS MATLAB software has been written to be a simple tool to perform efficient analysis of GNSS data from both geodetic and low-cost receivers. With its capability to download automatically all the resources needed by the selected algorithms, the relative easiness of use, and its flexibility with the possibility of trying different configurations in a fast way, goGPS presents itself as a convenient tool for students or researches who want to prototype new algorithms or perform studies on GNSS data.

To demonstrate the capabilities of the software, 1312 stations of the Japanese GEONET GNSS network are processed from September 2, 2018, to September 5, 2018, during the passage of Typhoon Jebi.

A 32-core machine running MATLAB 2016a and the latest beta version of goGPS 1.0 is used to process in a single parallel run the entire 4 days of the dataset. The execution performs for all the stations a multi-epoch precise point positioning (PPP) least squares (LS) adjustment in about two hours of computation time. Series of tropospheric delays and gradients are generated and used to produce maps and animations in order to observe the development of the event. Different solutions including multi-constellation results are presented and discussed.

Keywords: GNSS, Troposphere, Software, Typhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 10:45 ~ 12:15 | 104 1F

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)、座長:Takuya Tsugawa

GNSSは、大気圏、電離圏、固体地球の基盤となる統合観測システムとなっている。地上及び宇宙基地型GNSS観測は、2006年より数値気象予報の改善に貢献している。近年では反射波を用いて高度、地面粗度、土壌水分、積雪深、湿度や植生インデックスを導出する研究が発展している。船舶やブイなど海洋上のGNSS観測は、海面高度に加えて海洋上の水蒸気観測の能力を持つ。Multi-GNSSがもたらす観測データの増加は、統合地球観測システムとしてのGNSSの能力を拡大させる。
本セッションの目的は、GNSS研究の最新成果を共有し、あらたな学際研究を促進することにある。GNSSを用いた大気（対流圏、電離圏）、GNSS-R、またGNSS-音響観測による海底測位のようなの異なる観測の統合に関する投稿を歓迎する。

10:45 ~ 11:05

[MTT46-06] 全球GNSS-TEC観測データを用いた磁気嵐時の電離圏ダイナミクスに関する新知見

★招待講演

*新堀 淳樹[1]、大塚 雄一[1]、惣宇利 卓弥[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.情報通信研究機構)

11:05 ~ 11:20

[MTT46-07] Ionospheric space weather studies for GNSS users

*津川 卓也[1]、穂積 コンニャナット[1]、Jamjareegulgarn Punyawi[2]、Pornchai Supnithi[2]、斎藤 享[3]、大塚 雄一[3,4]、浜 真一[1]、直井 隆浩[1]、石井 守[1] (1.情報通信研究機構、2.KMITL、3.電子航法研究所、4.名古屋大学)

11:20 ~ 11:35

[MTT46-08] QZSS-TECでみる電離圏

*日置 幸介[1] (1.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

11:35 ~ 11:50

[MTT46-09] Precise estimation of total electron content by double-shell model using local receiver network

*丸山 隆[1,2]、穂積 コンニャナット[1]、G Ma[2]、Q Wan[2] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.中国科学院国家天文台)

11:50 ~ 12:05

[MTT46-10] Investigation of sea surface height detection by Global Navigation Satellite System Reflectometry (GNSS-R)

*磯口 治[1]、市川 香[2]、北澤 幸人[3] (1.（一財）リモート・センシング技術センター、2.九州大学、3.JAXA 宇宙科学研究所)

12:05 ~ 12:15

[MTT46-11] Discussion

全球GNSS-TEC観測データを用いた磁気嵐時の電離圏ダイナミクスに関する新知見

A new perspective of the storm-time dynamics of the ionosphere using global GNSS-TEC observation data

*新堀 淳樹[1]、大塚 雄一[1]、惣宇利 卓弥[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2]
*Atsuki Shinbori[1], Yuichi Otsuka[1], Takuya Sori[1], Takuya Tsugawa[2], Michi Nishioka[2]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 情報通信研究機構
1. Institute for Space-Earth Environment Research (ISEE), Nagoya University, 2. National Institute of Information and Communications Technology (NICT)

The Earth’s atmosphere is divided into four regions: troposphere, stratosphere, mesosphere and thermosphere by the temperature structure. A part of neutral gases in the mesosphere and thermosphere is ionized by solar extreme ultraviolet (EUV) radiation in a wavelength of less than 100 nm. The region having the ionized gasses (plasmas) is called the ionosphere. The height profile of the electron density in the ionosphere becomes maximum at a height of 300 km is determined by the chemical and dynamical processes in addition to the solar EUV ionization. Due to the interaction between the ionospheric electrons and electric fields of electromagnetic waves, the ionosphere gives a significant influence on the ionospheric transmissions with satellites for communications, positioning, and navigation. The ionosphere changes greatly in association with the activities of the sun, magnetosphere, and the lower atmosphere, and their ionospheric variations interfere with satellite communication and enhances satellite positioning errors in the Global Navigation Satellite System (GNSS), including GPS. The most major factor of the positioning errors is the propagation delay of GNSS signals in the ionosphere. Therefore, a global total electron content (TEC) map or ionospheric model is required to investigate global ionospheric variations associated with geomagnetic storms and lower atmospheric activities and to evaluate the ionospheric delay for GNSS positioning. A scale of the ionospheric variations (traveling ionospheric disturbances (TIDs), equatorial plasma bubbles (EPB), auroral ionospheric irregularity) is in a range between several 100 km and 1000 km. A storm enhanced density (SED) phenomena observed in the mid- and low-latitude ionosphere during the main phase of geomagnetic storms appears with a wide longitudinal extent. In order to clarify generation and propagation mechanisms of these ionospheric phenomena and to investigate their effects on the GNSS positioning, dense and wide-coverage ionospheric observations and the corresponding TEC data are needed. Under these backgrounds, we have built a global TEC database (absolute TEC, detrended TEC, and ROTI) with high time and spatial resolutions and developed a TEC data analysis system in a corroboration with NICT and the IUGONET (Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork) and PWING (Study of dynamical variation of particles and waves in the inner magnetosphere using ground-based network observations) projects. For the development of the TEC database, we have collected all the available GNSS receiver data in the world. The number of the GNSS stations reaches more than 8500 in January 2019. These GNSS data are provided by the International Geoscience Services (IGS), the University NAVSTAR Consortium (UNAVCO), Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC), and other global and regional data centers (more than 50 data providers in all). In this talk, we introduce an overview of recent new scientific results of temporal and spatial variations in the ionosphere during the development and decay of geomagnetic storms as seen in the global GNSS-TEC variations.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：全地球測位システム、電離圏、磁気嵐、測位誤差、全電子数、データベース
Keywords: Global Navigation Satellite System (GNSS), Ionosphere, Geomagnetic storm, Positioning error, Total electron content (TEC), Database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ionospheric space weather studies for GNSS users

*津川 卓也[1]、穂積 コンニャナット[1]、Jamjareegulgarn Punyawi[2]、Pornchai Supnithi[2]、斎藤 享[3]、大塚 雄一[3,4]、浜 真一[1]、直井 隆浩[1]、石井 守[1]
*Takuya Tsugawa[1], Kornyanat Hozumi[1], Punyawi Jamjareegulgarn[2], Supnithi Pornchai [2], Susumu Saito[3], Yuichi Otsuka[3,4], Shinichi Hama[1], Takahiro Naoi[1], Mamoru Ishii[1]

1. 情報通信研究機構、2. KMITL、3. 電子航法研究所、4. 名古屋大学
1. NICT, 2. KMITL, 3. ENRI, 4. Nagoya Univ.

NICT has observed ionosphere using Ionosondes and GNSS receiver networks in Japan and Southeast Asia for the nowcast and forecast of the ionospheric condition.Two-dimensional ionospheric total electron content (TEC) maps have been derived from dense ground-based GNSS receiver networks and applied to studies of various ionospheric disturbances since mid-1990s. For the purpose of monitoring and researching ionospheric conditions and ionospheric space weather phenomena, we have developed TEC maps over Japan using GEONET. Currently, we are providing high-resolution two-dimensional maps of absolute TEC, detrended TEC, rate of TEC change index (ROTI), and loss-of-lock on GPS signal over Japan in real-time basis.

We have collected all the available GNSS receiver data in the world to expand the TEC observation area. To expand the two-dimensional TEC observation are with high-resolution, we have conducted Dense Regional And Worldwide International GNSS TEC observation (DRAWING-TEC) project, which consists of the three items: (1) standardizing GNSS-TEC data, (2) developing a new high-resolution TEC mapping technique, and (3) sharing the standardized TEC data or the information of GNSS receiver network. One of other effective methods to expand TEC observation area would be to use the maritime GNSS buoys.

NICT have started a new research project to validate the ionospheric effect of precise positioning technique using GNSS including quasi-zenith satellite (QZSS) since 2017. In this project, we will investigate ionospheric effects on individual positioning techniques (single frequency, DGPS, and RTK-PPP) and consider methods to mitigate and/or prevent the positioning errors under sever ionospheric conditions. We have tried to use multi-GNSS data including GPS and QZSS for routine data collection and processing. In the Southeast Asia, it is important to identify which satellite-receiver path suffers from plasma bubble structures for verifying the ionospheric effects on GNSS positioning. we have a plan to install VHF radar at Chumphon (Thailand) and multi-GNSS receivers at Chumphon, Bac Lieu (Vietnam), and Cebu (Philippines) at the magnetic equator.

キーワード：電離圏、GNSS、宇宙天気
Keywords: Ionosphere, GNSS, Space Weather

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

QZSS-TECでみる電離圏
QZSS geostationary satellite for ionospheric TEC observations

*日置 幸介[1]
*Kosuke Heki[1]

1. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University

Most Global Navigation Satellite System (GNSS) satellites employ orbital periods with a half sidereal day. This makes the satellites move rapidly in the sky when observed from ground receivers. This is important in relative positioning by observing carrier phases and in estimating zenith tropospheric delays. However, measurement of ionospheric total electron content (TEC) could be done instantaneously by comparing phases of the two carrier waves, and the changes in the satellite azimuth and elevation becomes a nuisance. The change in STEC (slant TEC) comes from (1) temporal change and (2) spatial changes of ionosphere, and (3) apparent U-shaped changes coming from the elevation changes. We can mitigate (3) by using VTEC, i.e. removing the inter-frequency biases and multiplying the bias-free STEC with cosine of the line-of-sight penetration angle. Nevertheless, discrimination of (1) and (2) is difficult and becomes possible only by processing the whole data sets of dense networks. The Japanese Quasi-zenith Satellite System (QZSS) is currently composed of four satellites, 3 satellites with quasi-zenith orbits (PRN01, 02, 03) and 1 satellite with geostationary orbit (PRN07). The latter enables continuous observation of certain points in ionosphere fixed to the Earth, i.e. the changes in TEC come entirely from temporal changes.

The Japanese GEONET network GNSS receivers continuously track GPS, GLONASS, Galileo, and QZSS, and their raw data are available on line as the RINEX (Receiver independent exchange format) Ver.3.02 files. I made a software system to read them and convert the phase data to TEC time series. With TEC observations from the geostationary satellite, we could study temporal changes in ionosphere without being bothered by spatial variations. This implies certain benefits in studying ionospheric disturbances, such as LSTID (Large-Scale TID), MSTID (Medium-scale TID) (Otsuka et al., 2011), Es (sporadic-E) (Maeda & Heki, 2015), artificial ionospheric electron depletion due to launches of satellites and ballistic missiles (Hashimoto & Heki, 2018), and preseismic ionospheric anomalies (Heki, 2019). In contrast, geostationary satellites are not suitable for studying coseismic ionospheric disturbances by acoustic waves (Cahyadi & Heki, 2015) and those by volcanic eruptions (Nakashima et al., 2015). This is because stronger signals always appear in poleward line-of-sights from ground stations located at the equatorward side of the epicenters/volcanoes (Heki, 2019).

References

Cahyadi, M. N., and K. Heki (2015), Coseismic ionospheric disturbance of the large strike-slip earthquakes in North Sumatra in 2012: Mw dependence of the disturbance amplitudes, Geophys. J. Int., 200(1), 116-129.

Hashimoto, M. and K. Heki (2018), Estimation of thrust powers of missiles/rockets by GNSS-TEC observations, J. Geod. Soc. Japan, in press.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

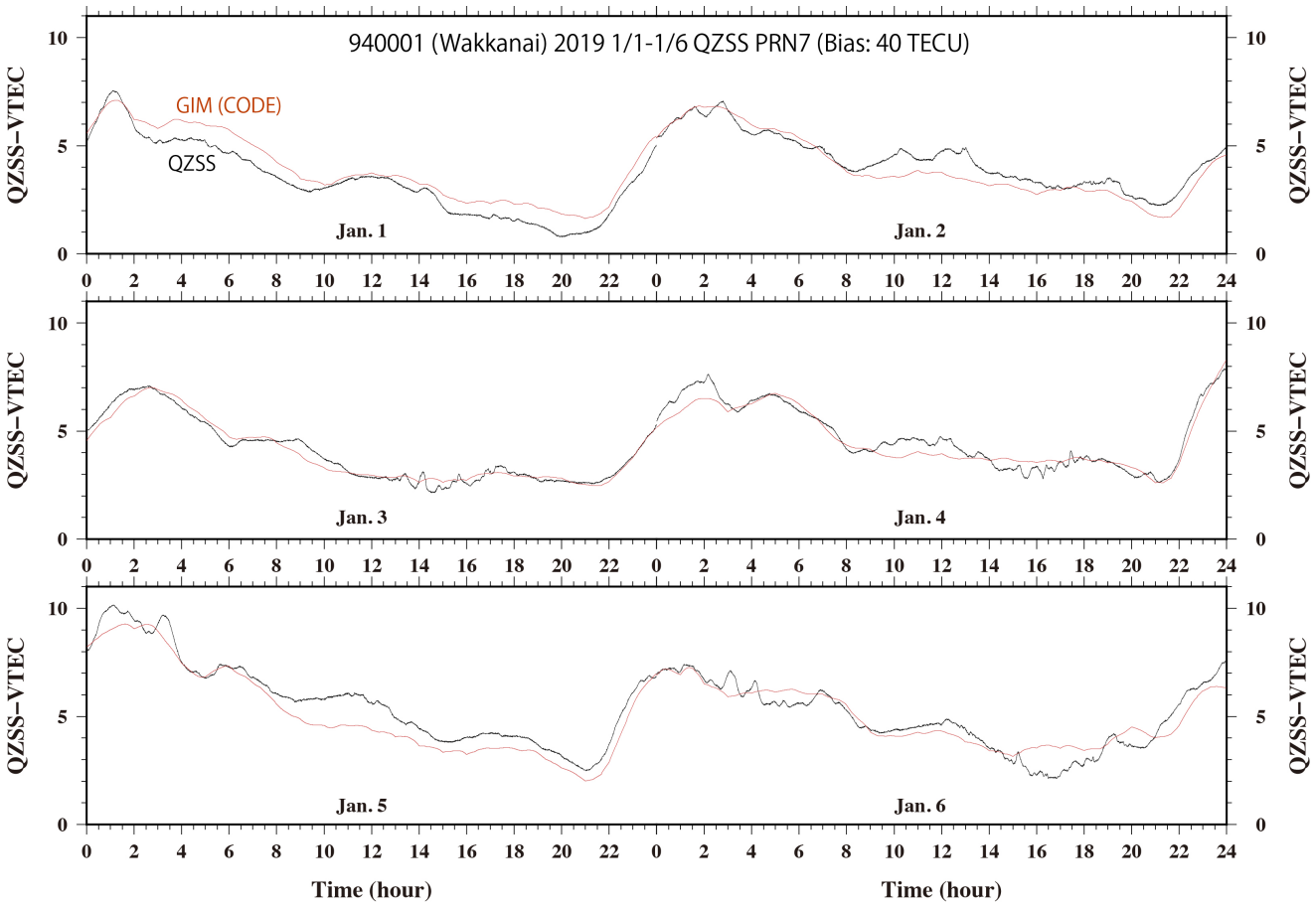
Heki, K. (2019), Ionospheric disturbances related to Earthquakes, in “Advances in Ionospheric Research: Current Understanding and Challenges”, Wiley/AGU Book, in press.

Nakashima, Y., K. Heki, A. Takeo, M. N. Cahyadi, A. Aditiya, & K. Yoshizawa (2016), Atmospheric resonant oscillations by the 2014 eruption of the Kelud volcano, Indonesia, observed with the ionospheric Total Electron Contents and seismic signal, Earth Planet. Sci. Lett., 434, 112-116.

Maeda, J. & K. Heki (2015), Morphology and dynamics of daytime mid-latitude sporadic-E plasma patches revealed by GPS total electron content observations in Japan, Earth Planets Space, 67, 89, doi:10.1186/s40623-015-0257-4.

Otsuka, Y., N. Kotake, K. Shiokawa, T. Ogawa, T. Tsugawa, & A. Saito (2011), Statistical study of mediumscale traveling ionospheric disturbances observed with a GPS receiver network in Japan, in Aeronomy of the Earth’s Atmosphere and Ionosphere, edited by M. A. Abdu and D. Pancheva, IAGA Special Sopron Book Series 2, doi:10.1007/978-94-007-0326-1_21, Springer.

キーワード：GNSS-TEC、準天頂衛星システム、電離圏擾乱
Keywords: GNSS-TEC, QZSS, ionospheric disturbance



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Precise estimation of total electron content by double-shell model using local receiver network

*丸山 隆[1,2]、穂積 コンニャナット[1]、G Ma[2]、Q Wan[2]
*Takashi Maruyama[1,2], Kornyanat Hozumi[1], Guanyi Ma[2], Qingtao Wan[2]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構、2. 中国科学院国家天文台
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences

The total electron content (TEC) derived from the differential group delay of the code signals of GNSS on two frequencies has been a basic parameter in ionospheric studies. In most applications, the thin-layer approximation is used to convert the measured slant TEC to vertical TEC at the ionosphere pierce point. Usually the thin-layer height is assumed to be constant regardless of the location and time, which is unrealistic and can be a source of error in TEC estimations. This is a serious problem at low latitudes where the ionospheric height greatly varies by the action of the vertical EXB drift due to the zonal electric field and field-aligned transport due to the meridional neutral wind drag. In this paper, we parameterized the ionosphere by two thin-layers (double-shell model) at 250 and 1100 km to avoid this inconvenience. The variation of partial electron content related to each layer was approximated by the spherical harmonics expansion to minimize the error of slant TEC between the measurements and the sum of contribution from the two layers. In the harmonics expansion calculation, the longitude parameter was the sun-fixed longitude or the local time measured in angle. Thus data obtained in a whole day were used. Another problem with the conventional technique is the leveling procedure, where phase measurements with a small noise are leveled to the noisy code signal data. Therefore, noises and multipath effect on the code delay are not resolved by the leveling. To avoid this inconvenience, the leveling to the code data was not applied in our study. Instead, the total bias including instrumental (satellite and receiver) code biases and phase ambiguity for each arc (i.e., total arc bias) was determined in conjunction with TEC.
The technique was applied to datasets obtained by a local receiver network near the magnetic equator. Results were compared with those of the conventional (single) thin-layer model. A significant difference was found in the ratio of TECs at the equatorial anomaly crests and trough. The double-shell model captured the equatorial anomaly more correctly than the conventional method. Another outcome of the double-shell model was the different patterns of TEC variations at the two heights, as expected. Equatorial anomaly crests and the evening TEC bite-out at the equator were prominent in the lower shell. The TEC peak at the higher shell appeared later than the lower shell. Two shells exhibited different features of north-south asymmetry of TEC, depending on the local time. These results provide information on the ionospheric dynamics, such as the ionosphere-thermosphere coupling through the field-aligned transport and variations of the evening enhancement of zonal electric field.

キーワード：電離圏全電子数、二重薄殻モデル、赤道異常
Keywords: TEC, double-shell model, equatorial anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation of sea surface height detection by Global Navigation Satellite System Reflectometry (GNSS-R)

*磯口 治[1]、市川 香[2]、北澤 幸人[3]
*Osamu Isoguchi[1], Kaoru Ichikawa[2], Yukihito Kitazawa[3]

1. （一財）リモート・センシング技術センター、2. 九州大学、3. JAXA 宇宙科学研究所
1. RESTEC, 2. Kyushu Univ., 3. ISAS/JAXA

In recent years, the possibility of detecting ocean parameters such as sea surface height (SSH), ocean wind from the Global Navigation Satellite System reflectometry (GNSS-R) was shown. The Cyclone GNSS (CYGNSS) mission aiming to contribute to the forecast of extreme weather phenomena by observing the sea surface wind in the cyclone is in progress operating eight small satellites and ocean wind speed products are being delivered. In GNSS-R, it is theoretically possible to measure the SSH from the ellipsoid by measuring the delay of the reflected wave and the direct wave. The investigation of SSH detection using TDS-1 which was developed and operated mainly by Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL) in the UK has been reported. Even in our group, SSH detection was performed using TDS-1 data observed near Japan and the detected ones was compared with the mean SSH constructed by the altimeter observations. It was confirmed that the SSH can be detected with an error of about 1m at observation with good conditions (antenna gain is 7.5 dBi or more). Regarding CYGNSS, SSH is not calculated as an official product and it is limited to detectability study. In this report, we used CYGNSS data to investigate SSH detection from GNSS-R like TDS-1.

The CYGNSS data used for the present study is a full resolution Delayed Doppler Map (DDM) provided as special data through the GNSS Reflectometry for Ocean Waves, Tides and Height (GROWTH) project, which is a member of NASA CYGNSS External Science Member. The size of DDM is 20 (Doppler) ×128 (Delay) bin. On the other hand, the size of the normal DDM is 11 (Doppler) ×17 (Delay) bin in the Level 1 ver 2.1 data provided by NASA's The Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC). Thus, the data are compressed to 1/2 in the doppler direction and 1/8 in the delay one. Since the resolution in the delay direction affects the range measurement, it is expected that the detection resolution by the full DDM will be improved over the usual L1 data. The data provided was data acquired mainly in the East China Sea and acquired for the purpose of demonstrating the possibility of detecting the SSH related to the large tide amplitude.

Since the provided full resolution data are those in which only a part of data on DDM is stored, L1 ver 2.1 data at the same time were collected and the positions of the transmitting GNSS satellite and the receiving CYGNSS, the position of the reflection point and the delay information of the reflection point corresponding to the full DDM were extracted to calculate the SSH. A random variation of about 6m in standard deviation was confirmed in the delay information of the reflection point, so we with calculated weighed average with the 1/e scale of 75 km after excluding the abnormal values. Based on the above information, the SSH along the reflection point was calculated and compared with the mean SSH data calculated based on the altimeter data. A large spatial error that can be approximated by a linear equation of the distance was confirmed for the difference between the two SSHs, and therefore the relative SSH was evaluated by subtracting the approximate expression. The RMS error along the 4 passes of the observation on April 18, 2018 was about 0.8 m to 1.5 m, which was almost the same accuracy as TDS-1.

In the present study, the possibility of SSH detection as a spatial relative altitude was suggested. However

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

since the large spatial error remains, whether the SSH variation in the East China Sea with O (1 m) can be detected will be a subject for further study. In particular, since corrections to the ionosphere and the troposphere delays have not been made at the stage of this study, it is considered necessary to estimate their influences from model data.

キーワード：GNSS反射波、海面高度、CYGNSS
Keywords: GNSS-R, Sea surface height, CYGNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域) | M-TT 計測技術・研究手法

[M-TT46] 統合地球観測システムとしての GPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)、座長:Takuya Tsugawa

2019年5月27日(月) 10:45 〜 12:15 104 (1F)

GNSSは、大気圏、電離圏、固体地球の基盤となる統合観測システムとなっている。地上及び宇宙基地型GNSS観測は、2006年より数値気象予報の改善に貢献している。近年では反射波を用いて高度、地面粗度、土壌水分、積雪深、湿度や植生インデックスを導出する研究が発展している。船舶やブイなど海洋上のGNSS観測は、海面高度に加えて海洋上の水蒸気観測の能力を持つ。Multi-GNSSがもたらす観測データの増加は、統合地球観測システムとしてのGNSSの能力を拡大させる。

本セッションの目的は、GNSS研究の最新成果を共有し、あらたな学際研究を促進することにある。GNSSを用いた大気（対流圏、電離圏）、GNSS-R、またGNSS-音響観測による海底測位のようなの異なる観測の統合に関する投稿を歓迎する。

12:05 〜 12:15

[MTT46-11]Discussion

©日本地球惑星科学連合

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)

GNSSは、大気圏、電離圏、固体地球の基盤となる統合観測システムとなっている。地上及び宇宙基地型GNSS観測は、2006年より数値気象予報の改善に貢献している。近年では反射波を用いて高度、地面粗度、土壌水分、積雪深、湿度や植生インデックスを導出する研究が発展している。船舶やブイなど海洋上のGNSS観測は、海面高度に加えて海洋上の水蒸気観測の能力を持つ。Multi-GNSSがもたらす観測データの増加は、統合地球観測システムとしてのGNSSの能力を拡大させる。
本セッションの目的は、GNSS研究の最新成果を共有し、あらたな学際研究を促進することにある。GNSSを用いた大気（対流圏、電離圏）、GNSS-R、またGNSS-音響観測による海底測位のようなの異なる観測の統合に関する投稿を歓迎する。

[MTT46-P01] 新たな海底地殻変動観測手法のためのGNSSブイからの連続音響測距

*田所 敬一[1]、衣笠 菜月[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、二村 彰[4]、松廣 健二郎[1] (1.名古屋大学地震火山研究センター、2.神奈川県温泉地学研究所、3.高知工業高等専門学校、4.弓削商船高等専門学校)

[MTT46-P02] Accuracy and precision assessment of the real-time kinematic GNSS time series for moored buoy using three-axis programable moving table

*太田 雄策[1]、今野 美冴[1]、木戸 元之[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.東北大学災害科学国際研究所)

[MTT46-P03] 静止衛星によるGNSS-R海面高度計測

*市川 香[1]、奥村 立樹[2]、根田 昌典[3]、馬場 康之[4] (1.九州大学応用力学研究所、2.九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、3.京都大学大学院理学研究科、4.京都大学防災研究所)

[MTT46-P04] **Estimation of typhoon wind speed using CYGNSS observations: A case study of Typhoon Lan in 2017**

*加古 真一郎[1]、富田 裕之[2]、市川 香[3] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.九州大学応用力学研究所)

[MTT46-P05] Ionospheric and seismic effects caused by the North Korea nuclear tests realized on 2006-2017

Nataliia Perevalova[2]、*Nikolai Shestakov[1]、Anna Dobrynina[3,4]、Dmitry Kostylev[7]、Meng Guojie[5]、Wei-Wei Wu[5,6] (1.Institute for Applied Mathematics FEB RAS, Vladivostok, Russia; Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia、2.Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia、3.Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia 、4.Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia 、5.Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration, Beijing, China、6.College of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai, China、7.Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS, Yuzhno_Sakhalinsk, Russia)

[MTT46-P06] Relationships between Water Vapor Concentration Index derived from GNSS and Surface Wind Convergence during Localized Heavy Rainfall in Tokyo in Summer

*瀬戸 芳一[1]、小司 禎教[2]、常松 展充[3]、高橋 日出男[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境学域、2.気象庁気象研究所、3.東京都環境科学研究所)

[MTT46-P07] 次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-

*市川 隆一[1]、氏原 秀樹[1]、佐藤 晋介[1]、雨谷 純[1]、太田 雄策[2]、宮原 伐折羅[3]、宗包 浩志[3]、長崎 岳人[4]、田島 治[5]、荒木 健太郎[6]、田尻 拓也[6]、瀧口 博士[7]、松島 健[8]、松島 喜雄[9]、桃谷 辰也[10]、宇都宮 健志[10] (1.情報通信研

究機構、2.東北大学、3.国土地理院、4.高エネルギー加速器研究機構、5.京都大学、6.気象研究所、7.宇宙航空研究開発機構、8.九州大学、9.産業技術総合研究所、10.日本気象協会)

[MTT46-P08] Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar

*瀬古 弘[1]、佐藤 英一[1]、山内 洋[2] (1.気象研究所、2.気象庁)

[MTT46-P09] Spatial and temporal distribution of tropospheric water vapor observed by a Raman lidar and a GNSS receiver network over Shigaraki, Japan

*矢吹 正教[1]、津田 敏隆[1]、河野 邑弥[2]、鳥取 裕作[2]、塚本 誠[2]、竹内 栄治[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.英弘精機株式会社)

[MTT46-P10] **Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations**

*小司 禎教[1]、酒井 哲[2]、足立 アホロ[1]、吉田 智[2]、永井 智広[2] (1.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第３研究室)

新たな海底地殻変動観測手法のためのGNSSブイからの連続音響測距
Continuous acoustic ranging from a GNSS buoy for the new method of seafloor crustal deformation measurements

*田所 敬一[1]、衣笠 菜月[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、二村 彰[4]、松廣 健二郎[1]
*Keiichi Tadokoro[1], Natsuki Kinugasa[1], Teruyuki Kato[2], Yukihiro Terada[3], Akira Futamura[4], Kenjiro Matsuhiro[1]

1. 名古屋大学地震火山研究センター、2. 神奈川県温泉地学研究所、3. 高知工業高等専門学校、4. 弓削商船高等専門学校
1. Research Center for Seismology, Volcanology and Earthquake and Volcano Research Center, Nagoya University, 2. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, 3. Kochi National College of Technology, 4. National Institute of Technology, Yuge College

Our research group has been testing a measurement system for the continuous seafloor crustal deformation at a moored buoysite operated by Kochi prefecture, located 32 km off Cape Ashizuri, Japan.An acoustic transducer was fixed at about 1.7 m beneath the sea surface with a pole mounted on the buoy body.Three ocean bottom acoustic transponders had been installed around the moored point of the buoy. The acoustic signals are sequentially transmitted to these three transponders every three minutes. The recorded data on the buoy are planned to transmitted to a ground base station through a commercial communication satellite operated by Thuraya Telecommunications Company.
We performed a test for the continuous acoustic ranging between the buoy and the ocean bottom transponders from March 28 to 31 and from June 2 to July 12 (1st period), and from November 16to December 17 (2nd period) in 2018. The acoustic ranging was continuously possible throughout the above periods when power was supplied whereas it was unexpectedly terminated because of power failure during the winter season. The acoustic signals were transmitted 27,856 times in total, and the buoy-mounted acoustic ranging unit received 23,342 signals from the ocean bottom transponders. However, the acoustic data sent to the ground base station was only 12 % because of some trouble of the satellite communication modem.
The reflected signals from the buoy body and/or the seafloor sometimes contaminated the received acoustic signals; also multiple reflections inside of an anti-reflection cover attached to the buoy-mounted transducer, whose purpose is to cut off the reflection from the sea surface, were remarkable during the 1st period. The multiple reflections caused the misidentification of the direct wave from the sea-bottom units. We, therefore, removed the anti-reflection cover during the 2nd period, which remarkably reduced the confused reflections.
We coded a program for detecting the arrival time of direct acoustic wave automatically on the basis of thresholds of cross-correlation coefficient and energy ratio (the ratio of the squared amplitudes preceding and following a test point) to reduce the capacity of data transferred via satellite communication using the acoustic waveform recorded during the 1st period. The program successfully picked the correct direct wave onset for more than 99 % of the waveforms recorded during the 2nd period.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Accuracy and precision assessment of the real-time kinematic GNSS time series for moored buoy using three-axis programable moving table

*太田 雄策[1]、今野 美冴[1]、木戸 元之[2]
*Yusaku Ohta[1], Misae Imano[1], Motoyuki Kido[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 東北大学災害科学国際研究所
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. IRIDeS, Tohoku University

Rapid understanding of the magnitude of large earthquakes and their associated fault dimensions are extremely important. Especially, capture of the coseismic deformation in the offshore region will be key information to understand the fault dimensions for the large interplate earthquake. Based on this background, Tohoku University and JAMSTEC are jointly developing the on-demand crustal deformation monitoring system using moored buoy system. The buoy can measure the sea-floor horizontal crustal deformation by GNSS/Acoustic technique and vertical deformation using ocean bottom pressure sensor. One of the key technology in our developed system is the real-time kinematic GNSS which can measure three-dimensional position of the buoy in real-time. In contrast, it is difficult to understand quantitatively the precision and accuracy of estimated buoy position because no reference for the position. Thus, we assess the precision and accuracy of real-time kinematic GNSS time series using programable three-axis movable table.

We have developed the single-axis precise programable movable table (Ohta et al., 2016). We expanded this developed system to three-axis. For the real-time kinematic analysis, we adopted Trimble CenterPoint RTX (hereafter, RTX) with 10Hz sampling interval. The correction message for the analysis was received via a stationary satellite. We also estimated the GNSS antenna position using very short-baseline kinematic analysis as reference solution. The developed movable table can operate single axis horizontal displacement, rotational movement, and tilt deformation. To simulate the actual buoy movement, we gave the motion to the movable table based on the actual buoy movement. We conducted the experiment in 24 hours duration.

We calculated the residual time series between obtain time series by RTX and short-baseline kinematic solution. The difference between averaged absolute position was quite good in the horizontal components which was less than 10mm. In contrast, the vertical component shows the clear discrepancy between them. RTX time series shows systemically higher than the baseline analysis which reached approximately 230mm. In contrast, the precision of the calculated residual time series was good in both of the components. Calculated standard deviations were 10-11mm and 28mm in horizontal components and vertical component, respectively. We will show the more detailed results from our experiment and discuss the ability of the real-time kinematic analysis in our developed buoy.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

静止衛星によるGNSS-R海面高度計測
GNSS-R altimetry using a Geostationary Satellite

*市川 香[1]、奥村 立樹[2]、根田 昌典[3]、馬場 康之[4]
*Kaoru Ichikawa[1], Tatsuki Okumura[2], Masanori Konda[3], Yasuyuki Baba[4]

1. 九州大学応用力学研究所、2. 九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、3. 京都大学大学院理学研究科、4. 京都大学防災研究所
1. Res. Inst. Appl. Mech., Kyushu Univ., 2. Dept. ESST, Interdicipl. Grad. School Eng. Sc., Kyushu Univ., 3. Graduate School of Science, Kyoto Univ., 4. Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ.

The GNSS reflectometry (GNSS-R) uses GNSS signals reflected at the sea surface, which are usually eliminated as the multipath error. The reflected GNSS path received at an antenna is always longer than the direct path, so that the height of the antenna from the sea surface is geometrically determined from the excess path length. The excess path length can be either directly determined by measuring the temporal delay of the reflected signals, or indirectly estimated from interferometric cyclic modulations of the received power (often referred as signal-to-noise ratio; SNR) induced by phase differences between the direct and reflected GNSS signals. In the latter method, as the elevation angle of an earth orbiting GNSS satellite changes in time, the geometric reflection point on the sea surface temporally displaces, which results in interferometric changes of the path length during a period while the satellite is in sight. Meanwhile, for a geostationary satellite in BeiDou constellations that are always in sight, the path length changes not by the movement of the satellite but the elevation of the reflection surface, *i.e.* the sea level rise. In this study, we used the three-month time series (2016/09-11) of the 1Hz SNR of the geostationary BeiDou #02 satellite observed by a GNSS-R system deployed to the Shirahama Oceanographic Observatory Tower owned by Kyoto University (33deg, 42’ 32’’ N, 135deg, 19’ 58’’ E) at the height of ~20m. The geostationary GNSS-R altimetry observed significant flood tides when the wind speed is stably low; the 0.6m sea level rise was successfully determined by the SNR interferometry with 0.05m rms difference. However, significant interferometric SNR changes by tides were not recorded at high or low tides since at least 0.25m sea level change is required for the interferometry cycle. Consequently, the cyclic periods of the geostationary GNSS-R altimetry for tides become long (1-4 hours for 0.25m change in Shirahama), the interferometric variations were usually contaminated by SNR changes induced by the other factors such as winds. On the contrary, faster sea level changes by wave motions could be recognized by the geostationary GNSS-R altimetry, although the temporal sampling intervals of the present data were not adequate.

キーワード：GNSS-R、海面高度計、BeiDou静止GNSS衛星
Keywords: GNSS-R , altimetry, BeiDou geostationary GNSS satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of typhoon wind speed using CYGNSS observations: A case study of Typhoon Lan in 2017

*加古 真一郎[1]、富田 裕之[2]、市川 香[3]
*Kako Shinichiro[1], Hiroyuki Tomita[2], Kaoru Ichikawa[3]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科、2. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3. 九州大学応用力学研究所
1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute for Space-Earth Environment, Nagoya University, 3. Research institute for Applied Mechanics, Kyushu University

We conducted a case study of Typhoon Lan, which occurred in 2017, to investigate the impact of the Cyclone Global Navigation Satellite System (CYGNSS) on the estimation of extremely high wind speeds, such as those occurring during typhoons. We studied CYGNSS because it is expected to be capable of observing wind speeds in regions with extremely high wind speeds and heavy rains (i.e., typhoons) where it is difficult to perform measurements using the current microwave instrument. Firstly, we compared CYGNSS-derived wind speeds produced by NASA with those derived from AMSR2 produced by the Japan Aerospace Exploration Agency. CYGNSS was found to underestimate the wind speeds around Typhoon Lan compared with AMSR2. We then attempted to estimate the wind speeds using the leading edge slope (LES) and mean square slope (MSS) derived from the CYGNSS observations. Although the relationship between the MSS and wind speed differs depending on the wave age (Zhao and Tobe, 2003), it is difficult to estimate the wave age because this estimation is required the wind and wave speeds. We used the wave period as a substitute for the wave age since the wave period is expected to be similar to the wave age. We therefore first computed the fourth power of the wave period (T4) in line with Wang and Ichikawa (2016). Next, we classified the ocean into three regions based on T4 to investigate the relationship between the MSS and the wind speed observed by AMSR2 in each region. Finally, we approximated the curves relating the MSS to the wind speed using exponential functions in the three regions and estimated the wind speed using these curves. The comparison between the wind speeds produced by NASA and those estimated in this study demonstrated that our method can estimate high wind speeds more accurate than the CYGNSS wind speeds produced by NASA.

キーワード：CYGNSS、AMSR2、台風
Keywords: CYGNSS, AMSR2, tyhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ionospheric and seismic effects caused by the North Korea nuclear tests realized on 2006-2017

Nataliia Perevalova[2], *Nikolai Shestakov[1], Anna Dobrynina[3,4], Dmitry Kostylev[7], Meng Guojie[5], Wei-Wei Wu[5,6]

1. Institute for Applied Mathematics FEB RAS, Vladivostok, Russia; Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, 2. Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia, 3. Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia , 4. Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia , 5. Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration, Beijing, China, 6. College of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai, China, 7. Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS, Yuzhno_Sakhalinsk, Russia

Using data from GPS/GLONASS receivers and seismic networks, we studied the ionospheric and lithospheric effects caused by six underground nuclear tests realized in North Korea on 2006-2017.
To investigate the ionospheric disturbances, we analyzed data from several continuous GNSS-networks (GPS and GLONASS) operating in Asia - Western Pacific region: IGS, GEONET, FEB RAS and FEFU complex geodynamic network, a set of stations belonging to China and South Korea GNSS-networks. Sites close to the Korean Peninsula were selected for the analysis. Series of total electron content (TEC) in the ionosphere were calculated on the base of dual-frequency phase measurements of GNSS receivers. To detect disturbances caused by the nuclear tests, TEC series were filtered in the range of periods from 1 to 10 minutes. Despite the small magnitudes of seismic events associated with the nuclear tests, we were able to identify ionospheric disturbances which were most likely generated by these explosions. Such disturbances were detected for 4 out of 6 nuclear tests. The main parameters of the disturbances were determined. From our analysis we concluded that characteristics of ionospheric disturbances caused by the underground nuclear tests differed significantly from the parameters of disturbances that are usually observed after earthquakes.
For seismic analysis, we used data from the broadband seismic station networks located at distances up to 23 degrees from the Korean Peninsula: II, IC, IU, TW, JP, G, KS, and KG given by IRIS, and regional seismic network BY. The frequency content of P and surface Rayleigh waves registered by 46 broadband stations was analyzed. For some events, the P-wave frequency content showed the prevalence of low frequencies in spectra (~0.45 Hz). The peak frequencies of the surface Rayleigh waves was in the 0.05-0.45 Hz range. Preliminary analysis of the peak frequencies spatial distribution showed that the continental massive area is characterized by the relatively high frequencies (0.14-0.50 Hz) while for the areas adjacent to marginal seas the low values of peak frequencies are observed (from 0.13 Hz and less).
Acknowledgments. We are deeply indebted to Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) for the IGS-network data, to Geospatial Information Authority of Japan for GEONET network data, to Korea Astronomy & Space Science Institute for access to GNSS data on the Korean Peninsula, CCU CC FEB RAS for access to data from the FEB RAS and FEFU complex geodynamic network; Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration for access to GNSS data in China. The facilities of the IRIS Data Management System, and specifically the IRIS Data Management Center, and Baikal Regional Seismological Center and Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS were used to get waveform and metadata required in this study. This work was performed with budgetary funding of Basic Research program II.16 and was also partially supported by RFBR grants 17-45-388072_p_a, 17-45-388049_ p_a, 17-55-53110_GFEN_a, 19-05-00889_a.

Keywords: North Korea nuclear tests, ionospheric and lithospheric effects, GPS/GLONASS-observations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relationships between Water Vapor Concentration Index derived from GNSS and Surface Wind Convergence during Localized Heavy Rainfall in Tokyo in Summer

*瀬戸 芳一[1]、小司 禎教[2]、常松 展充[3]、高橋 日出男[1]
*Yoshihito Seto[1], Yoshinori Shoji[2], Nobumitsu Tsunematsu[3], Hideo Takahashi[1]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境学域、2. 気象庁気象研究所、3. 東京都環境科学研究所
1. Department of Geography, Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, 2. Meteorological Research Institute, 3. Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection

In recent years, short-term heavy-rainfall events that have caused severe damages such as flooding have frequently occurred in the Tokyo Metropolitan area in summer. In view of the development process of cumulonimbus clouds, the convergence of surface winds and the spatial concentration of water vapor are supposed to have taken place prior to the occurrence of heavy rainfall. This study aims to clarify the evolutionary process of short-term heavy rainfall as a contribution to short-range forecasting of heavy rainfall that occurs locally.

The relationships between the occurrence of heavy rainfall and the convergence of surface winds and water vapor concentration for heavy-rainfall cases were examined using data from July to September obtained from high-density meteorological observations in Tokyo, Japan. We used the water vapor concentration (WVC) index derived from the global navigation satellite system (GNSS) analysis as indices for the degree of divergence and convergence of water vapor in the lower troposphere (Shoji 2013).

Corresponding to heavy-rainfall areas, the convergence of surface winds tended to increase for several tens of minutes prior to the heavy rainfall. The peak time of wind convergence was observed 10–30 min before the heavy-rainfall occurrence, and the convergence continued to increase for approximately 30 min until the convergence peak time (Seto et al. 2018). Around the heavy-rainfall area, the increase in the WVC index coincided with the increase in convergence. On the other hand, it was considered that the temporal and spatial scales of the WVC index are larger than those of wind convergence. From these results, by monitoring the temporal variations and distributions of these parameters using a high-density observation network, it should be possible to predict the occurrence of heavy rainfall rapidly and accurately.

References

Seto, Y., Yokoyama, H., Nakatani, T., Ando, H., Tsunematsu, N., Shoji, Y., Kusunoki, K., Nakayama, M., Saitoh, Y. and Takahashi, H. 2018. Relationships among rainfall distribution, surface wind, and precipitable water vapor during heavy rainfall in central Tokyo in summer. J. Meteor. Soc. Japan, 96A, 35–49.
Shoji, Y. 2013. Retrieval of water vapor inhomogeneity using the Japanese nationwide GPS array and its potential for prediction of convective precipitation. J. Meteor. Soc. Japan, 91, 43–62.

キーワード：短時間強雨、地上風収束、水蒸気、高密度観測
Keywords: localized heavy rainfall, wind convergence, water vapor, high-density observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-
Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science -preliminary report-

*市川 隆一[1]、氏原 秀樹[1]、佐藤 晋介[1]、雨谷 純[1]、太田 雄策[2]、宮原 伐折羅[3]、宗包 浩志[3]、長崎 岳人[4]、田島 治[5]、荒木 健太郎[6]、田尻 拓也[6]、瀧口 博士[7]、松島 健[8]、松島 喜雄[9]、桃谷 辰也[10]、宇都宮 健志[10]
*Ryuichi Ichikawa[1], Hideki Ujihara[1], Shinsuke Satoh[1], Jun Amagai[1], Yusaku Ohta[2], Basara Miyahara[3], Hiroshi Munekane[3], Taketo Nagasaki[4], Osamu Tajima[5], Kentaro Araki[6], Takuya Tajiri[6], Hiroshi Takiguchi[7], Takeshi Matsushima[8], Nobuo Matsushima[9], Tatsuya Momotani[10], Kenji Utsunomiya[10]

1. 情報通信研究機構、2. 東北大学、3. 国土地理院、4. 高エネルギー加速器研究機構、5. 京都大学、6. 気象研究所、7. 宇宙航空研究開発機構、8. 九州大学、9. 産業技術総合研究所、10. 日本気象協会
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Tohoku University, 3. Geospatial Information Authority of Japan, 4. High Energy Accelerator Research Organization, 5. Kyoto University, 6. Meteorological Research Institute, JMA, 7. Japan Aerospace eXploration Agency, 8. Kyushu University, 9. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 10. Japan Weather Association

中性大気中の水蒸気変動を高時空分解能で把握するために、次世代高感度マイクロ波放射計の開発に着手した。このマイクロ波放射計は、マイクロ波を用いたGNSSやVLBIといった宇宙測地技術の高精度化に加え、火山活動監視や積乱雲の発達過程観測への寄与を念頭に置いている。同放射計の基本的な設計概念は、高エネルギー加速器研究機構(KEK)が開発したKUMODeSのそれを踏襲する。KUMODeSは、20-30 GHz帯と50-60 GHz帯の2つの帯域を受信する広帯域受信機を搭載し、前者の低雑音アンプを10Kまで冷却することで、水蒸気及び液水の吸収帯での高感度化を実現している。一方、後者の受信系は、酸素の吸収帯を同時観測することで大気放射を把握し、双方の放射温度を解析することで水蒸気に寄与する放射スペクトルを正確に推定出来る。我々は、KUMODeS観測で得られた可降水量をGNSS、ラジオゾンデ、あるいは数値予報データから得られた可降水量と比較し、KUMODeSが水蒸気時空変動を高精度に把握できる可能性を示した。これを踏まえ、新たに開発する放射計では、20-60 GHzを一気に受信可能な広帯域フィードを搭載し、得られた信号を導波管型偏波分離器(OMT)を用いて分離した水平・直交のそれぞれの偏波成分を20-30 GHz及び50-60 GHzの各々の低雑音増幅器(LNA)で受ける受信系を考えている。さらに、受信系全体をスターリング冷凍機を用いた冷凍容器に格納し、これにより信号対雑音比の向上を図ることで感度向上を目指す。この受信系の開発完了は今年の年末を目標としており、既存のパラボラアンテナ受信部に搭載して評価観測を行う予定である。

キーワード：GNSS、マイクロ波放射計、水蒸気
Keywords: GNSS, microwave radiometer, water vapor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar

*瀬古 弘[1]、佐藤 英一[1]、山内 洋[2]
*Hiromu Seko[1], Eiichi Sato[1], Hiroshi Yamauchi[2]

1. 気象研究所、2. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. Japan Meteorological Agency

Temperature and water vapor near the surface play crucial roles for the generation of convection cells. However, their variations just before the generations of convection cells still are not understood completely. In this study the temporal variations of refractivity index were obtained by MRI dual-polarization Doppler radar. The features of temperature and water vapor including generation period of convection cells will be shown in this presentation. On 19th August 2017, the sea breeze invaded from Kashima-Nada and the refractivity increased along the front of the sea breeze. The scattered weak echoes that appeared around the front seem to be related with the increase of refractivity. These are the features near the surface. The comparison with other data such as GNSS PWV will be also presented.

キーワード：観測手法、ドップラーレーダ、屈折率
Keywords: Observation method, Doppler radar, Refractivity index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial and temporal distribution of tropospheric water vapor observed by a Raman lidar and a GNSS receiver network over Shigaraki, Japan

*矢吹 正教[1]、津田 敏隆[1]、河野 邑弥[2]、鳥取 裕作[2]、塚本 誠[2]、竹内 栄治[2]
*Masanori Yabuki[1], Toshitaka Tsuda[1], Yuya Kawano[2], Yusaku Tottori[2], Makoto Tsukamoto[2], Eiji Takeuchi[2]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 英弘精機株式会社
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. EKO Instruments Co., Ltd.

Understanding the spatial and temporal distributions of water vapor in the atmosphere is critical for unveiling the fundamental mechanisms of localized extreme weather events. Besides, it is highly beneficial for improving the accuracy of weather forecasts by mesoscale numerical weather prediction models. To achieve the continuous monitoring of water vapor distributions, we performed simultaneous measurements by Raman lidar in the UV-C region and a dense Global Navigation Satellite System (GNSS) network. The former is a novel technology that can be utilized for profiling the vertical distribution of the water vapor mixing ratio for twenty-four hours, while the latter can be used for detecting the horizontal distribution of precipitable water vapor. The Raman lidar employs a laser at a wavelength of 266 nm and detects the light separated into an elastic backscatter signal and vibrational Raman signals of oxygen, nitrogen, and water vapor at wavelengths of 266, 277, 284, and 295 nm, respectively. The use of these wavelengths is convenient because of the low background noise during daytime, since most of the solar radiation in the ultraviolet range below 300 nm is absorbed by the ozone layer in the stratosphere. The lidar was encased in a temperature-controlled compact container, resistant to a variety of environmental conditions. Continuous observation of water vapor profiles by lidar has been conducted at the Shigaraki MU radar observatory (34˚51’ N, 136˚06’ E, 385 m a.s.l.) since November 2017. The dense GNSS receiver network consisted of 10 dual-frequency GNSS stations which were installed with a horizontal spacing of 3-4 km near the observatory on July 2017. In this study, we present our water vapor monitoring system as well as the preliminary results on the spatio-temporal water vapor distributions in 2018.

Acknowledgements
A part of this study is supported by JSPS KAKENHI Grant Number 15H03724.

キーワード：水蒸気、ラマンライダー、稠密GNSSネットワーク
Keywords: water vapor, Raman lidar, dense GNSS network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations

Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations

*小司 禎教[1]、酒井 哲[2]、足立 アホロ[1]、吉田 智[2]、永井 智広[2]
*Yoshinori Shoji[1], Tetsu Sakai[2], Ahoro Adachi[1], Satoru Yoshida[2], Tomohiro Nagai[2]

1. 気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2. 気象研究所気象衛星・観測システム研究部第３研究室
1. The Second Laboratory of Meteorological Satellite and Observation System Research Department, Meteorological Research Institute, 2. The Third Laboratory of Meteorological Satellite and Observation System Research Department, Meteorological Research Institute

Highly urbanized Tokyo metropolitan area is vulnerable to severe storms such as local torrential rainfall, thunder lightning and tornado. Recently, the number of days with thunderstorms has been increasing in Tokyo. Elucidation of the mechanism of extreme weather in Tokyo is urgent matter (Nakatani et al. 2013). To study the rolls of water vapor and wind for the rapid life-cycle (initiation, development and dissipation) of hazardous cumulus convection, we installed a mobile Raman-lidar (Sakai et al. 2018), a wind profiler, and five GNSS stations in and around Tokyo.

Using 3DVAR capability of WRF data assimilation system (WRFDA)(Barker et al. 2012) , three-dimensional atmospheric fields with 1 km horizontal resolution were produced at every 10min throughout the August 2017 and 2018. Background fields were produced by JMA nonhydrostatic model (NHM)(Saito et al. 2007). In addition to the observed data at these campaign observation instruments, Japan Meteorological Agency’ s operational surface meteorological stations, wind-profiler stations and GNSS PWV derived at dense GNSS network of Geospatial Information Authority of Japan are assimilated. We confirmed that the reproduced atmospheric fields (Temperature, humidity, and wind) showed better agreement with observations of radiosonde, lidar derived water vapor mixing ratio, and wind-profiler than background fields at altitudes lower than 2 km. Assimilation of surface meteorological observations (atmospheric pressure, temperature, humidity and wind) introduced better agreement mainly at altitude lower than 0.5 km. Inclusion of GNSS derived PWV resulted better agreement of humidity at altitude higher than 0.5 km and inclusion of wind field from wind-profiler led better agreement of wind field.

We have investigated roles of water vapor for several local heavy rainfall events occurred in Tokyo in August 2017 and 2018 and found that convergence of water vapor flux at 0.5 km altitude had intensified prior to the occurrence of torrential precipitation. Statistical and quantitative results will be discussed at the symposium.

This study is supported by JSPS KAKENHI Grants 17H00852.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：水蒸気、データ同化、局地豪雨
Keywords: Water vapor, Data assimilation, Localized heavy rainfall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_43

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)

GNSSは、大気圏、電離圏、固体地球の基盤となる統合観測システムとなっている。地上及び宇宙基地型GNSS観測は、2006年より数値気象予報の改善に貢献している。近年では反射波を用いて高度、地面粗度、土壌水分、積雪深、湿度や植生インデックスを導出する研究が発展している。船舶やブイなど海洋上のGNSS観測は、海面高度に加えて海洋上の水蒸気観測の能力を持つ。Multi-GNSSがもたらす観測データの増加は、統合地球観測システムとしてのGNSSの能力を拡大させる。
本セッションの目的は、GNSS研究の最新成果を共有し、あらたな学際研究を促進することにある。GNSSを用いた大気（対流圏、電離圏）、GNSS-R、またGNSS-音響観測による海底測位のようなの異なる観測の統合に関する投稿を歓迎する。

[MTT46-P01] 新たな海底地殻変動観測手法のためのGNSSブイからの連続音響測距

*田所 敬一[1]、衣笠 菜月[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、二村 彰[4]、松廣 健二郎[1] (1.名古屋大学地震火山研究センター、2.神奈川県温泉地学研究所、3.高知工業高等専門学校、4.弓削商船高等専門学校)

[MTT46-P02] Accuracy and precision assessment of the real-time kinematic GNSS time series for moored buoy using three-axis programable moving table

*太田 雄策[1]、今野 美冴[1]、木戸 元之[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.東北大学災害科学国際研究所)

[MTT46-P03] 静止衛星によるGNSS-R海面高度計測

*市川 香[1]、奥村 立樹[2]、根田 昌典[3]、馬場 康之[4] (1.九州大学応用力学研究所、2.九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、3.京都大学大学院理学研究科、4.京都大学防災研究所)

[MTT46-P04] **Estimation of typhoon wind speed using CYGNSS observations: A case study of Typhoon Lan in 2017**

*加古 真一郎[1]、富田 裕之[2]、市川 香[3] (1.鹿児島大学大学院理工学研究科、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.九州大学応用力学研究所)

[MTT46-P05] Ionospheric and seismic effects caused by the North Korea nuclear tests realized on 2006-2017

Nataliia Perevalova[2]、*Nikolai Shestakov[1]、Anna Dobrynina[3,4]、Dmitry Kostylev[7]、Meng Guojie[5]、Wei-Wei Wu[5,6] (1.Institute for Applied Mathematics FEB RAS, Vladivostok, Russia; Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia、2.Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia、3.Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia 、4.Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia 、5.Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration, Beijing, China、6.College of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai, China、7.Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS, Yuzhno_Sakhalinsk, Russia)

[MTT46-P06] Relationships between Water Vapor Concentration Index derived from GNSS and Surface Wind Convergence during Localized Heavy Rainfall in Tokyo in Summer

*瀬戸 芳一[1]、小司 禎教[2]、常松 展充[3]、高橋 日出男[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境学域、2.気象庁気象研究所、3.東京都環境科学研究所)

[MTT46-P07] 次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-

*市川 隆一[1]、氏原 秀樹[1]、佐藤 晋介[1]、雨谷 純[1]、太田 雄策[2]、宮原 伐折羅[3]、宗包 浩志[3]、長崎 岳人[4]、田島 治[5]、荒木 健太郎[6]、田尻 拓也[6]、瀧口 博士[7]、松島 健[8]、松島 喜雄[9]、桃谷 辰也[10]、宇都宮 健志[10] (1.情報通信研

究機構、2.東北大学、3.国土地理院、4.高エネルギー加速器研究機構、5.京都大学、6.気象研究所、7.宇宙航空研究開発機構、8.九州大学、9.産業技術総合研究所、10.日本気象協会)

[MTT46-P08] Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar

*瀬古 弘[1]、佐藤 英一[1]、山内 洋[2] (1.気象研究所、2.気象庁)

[MTT46-P09] Spatial and temporal distribution of tropospheric water vapor observed by a Raman lidar and a GNSS receiver network over Shigaraki, Japan

*矢吹 正教[1]、津田 敏隆[1]、河野 邑弥[2]、鳥取 裕作[2]、塚本 誠[2]、竹内 栄治[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.英弘精機株式会社)

[MTT46-P10] **Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations**

*小司 禎教[1]、酒井 哲[2]、足立 アホロ[1]、吉田 智[2]、永井 智広[2] (1.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第３研究室)

新たな海底地殻変動観測手法のためのGNSSブイからの連続音響測距
Continuous acoustic ranging from a GNSS buoy for the new method of seafloor crustal deformation measurements

*田所 敬一[1]、衣笠 菜月[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、二村 彰[4]、松廣 健二郎[1]
*Keiichi Tadokoro[1], Natsuki Kinugasa[1], Teruyuki Kato[2], Yukihiro Terada[3], Akira Futamura[4], Kenjiro Matsuhiro[1]

1. 名古屋大学地震火山研究センター、2. 神奈川県温泉地学研究所、3. 高知工業高等専門学校、4. 弓削商船高等専門学校
1. Research Center for Seismology, Volcanology and Earthquake and Volcano Research Center, Nagoya University, 2. Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, 3. Kochi National College of Technology, 4. National Institute of Technology, Yuge College

Our research group has been testing a measurement system for the continuous seafloor crustal deformation at a moored buoysite operated by Kochi prefecture, located 32 km off Cape Ashizuri, Japan.An acoustic transducer was fixed at about 1.7 m beneath the sea surface with a pole mounted on the buoy body.Three ocean bottom acoustic transponders had been installed around the moored point of the buoy. The acoustic signals are sequentially transmitted to these three transponders every three minutes. The recorded data on the buoy are planned to transmitted to a ground base station through a commercial communication satellite operated by Thuraya Telecommunications Company.
We performed a test for the continuous acoustic ranging between the buoy and the ocean bottom transponders from March 28 to 31 and from June 2 to July 12 (1st period), and from November 16to December 17 (2nd period) in 2018. The acoustic ranging was continuously possible throughout the above periods when power was supplied whereas it was unexpectedly terminated because of power failure during the winter season. The acoustic signals were transmitted 27,856 times in total, and the buoy-mounted acoustic ranging unit received 23,342 signals from the ocean bottom transponders. However, the acoustic data sent to the ground base station was only 12 % because of some trouble of the satellite communication modem.
The reflected signals from the buoy body and/or the seafloor sometimes contaminated the received acoustic signals; also multiple reflections inside of an anti-reflection cover attached to the buoy-mounted transducer, whose purpose is to cut off the reflection from the sea surface, were remarkable during the 1st period. The multiple reflections caused the misidentification of the direct wave from the sea-bottom units. We, therefore, removed the anti-reflection cover during the 2nd period, which remarkably reduced the confused reflections.
We coded a program for detecting the arrival time of direct acoustic wave automatically on the basis of thresholds of cross-correlation coefficient and energy ratio (the ratio of the squared amplitudes preceding and following a test point) to reduce the capacity of data transferred via satellite communication using the acoustic waveform recorded during the 1st period. The program successfully picked the correct direct wave onset for more than 99 % of the waveforms recorded during the 2nd period.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Accuracy and precision assessment of the real-time kinematic GNSS time series for moored buoy using three-axis programable moving table

*太田 雄策[1]、今野 美冴[1]、木戸 元之[2]
*Yusaku Ohta[1], Misae Imano[1], Motoyuki Kido[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 東北大学災害科学国際研究所
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. IRIDeS, Tohoku University

Rapid understanding of the magnitude of large earthquakes and their associated fault dimensions are extremely important. Especially, capture of the coseismic deformation in the offshore region will be key information to understand the fault dimensions for the large interplate earthquake. Based on this background, Tohoku University and JAMSTEC are jointly developing the on-demand crustal deformation monitoring system using moored buoy system. The buoy can measure the sea-floor horizontal crustal deformation by GNSS/Acoustic technique and vertical deformation using ocean bottom pressure sensor. One of the key technology in our developed system is the real-time kinematic GNSS which can measure three-dimensional position of the buoy in real-time. In contrast, it is difficult to understand quantitatively the precision and accuracy of estimated buoy position because no reference for the position. Thus, we assess the precision and accuracy of real-time kinematic GNSS time series using programable three-axis movable table.

We have developed the single-axis precise programable movable table (Ohta et al., 2016). We expanded this developed system to three-axis. For the real-time kinematic analysis, we adopted Trimble CenterPoint RTX (hereafter, RTX) with 10Hz sampling interval. The correction message for the analysis was received via a stationary satellite. We also estimated the GNSS antenna position using very short-baseline kinematic analysis as reference solution. The developed movable table can operate single axis horizontal displacement, rotational movement, and tilt deformation. To simulate the actual buoy movement, we gave the motion to the movable table based on the actual buoy movement. We conducted the experiment in 24 hours duration.

We calculated the residual time series between obtain time series by RTX and short-baseline kinematic solution. The difference between averaged absolute position was quite good in the horizontal components which was less than 10mm. In contrast, the vertical component shows the clear discrepancy between them. RTX time series shows systemically higher than the baseline analysis which reached approximately 230mm. In contrast, the precision of the calculated residual time series was good in both of the components. Calculated standard deviations were 10-11mm and 28mm in horizontal components and vertical component, respectively. We will show the more detailed results from our experiment and discuss the ability of the real-time kinematic analysis in our developed buoy.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

静止衛星によるGNSS-R海面高度計測
GNSS-R altimetry using a Geostationary Satellite

*市川 香[1]、奥村 立樹[2]、根田 昌典[3]、馬場 康之[4]
*Kaoru Ichikawa[1], Tatsuki Okumura[2], Masanori Konda[3], Yasuyuki Baba[4]

1. 九州大学応用力学研究所、2. 九州大学総合理工学府大気海洋環境システム学専攻、3. 京都大学大学院理学研究科、4. 京都大学防災研究所
1. Res. Inst. Appl. Mech., Kyushu Univ., 2. Dept. ESST, Interdicipl. Grad. School Eng. Sc., Kyushu Univ., 3. Graduate School of Science, Kyoto Univ., 4. Disaster Prevention Res. Inst., Kyoto Univ.

The GNSS reflectometry (GNSS-R) uses GNSS signals reflected at the sea surface, which are usually eliminated as the multipath error. The reflected GNSS path received at an antenna is always longer than the direct path, so that the height of the antenna from the sea surface is geometrically determined from the excess path length. The excess path length can be either directly determined by measuring the temporal delay of the reflected signals, or indirectly estimated from interferometric cyclic modulations of the received power (often referred as signal-to-noise ratio; SNR) induced by phase differences between the direct and reflected GNSS signals. In the latter method, as the elevation angle of an earth orbiting GNSS satellite changes in time, the geometric reflection point on the sea surface temporally displaces, which results in interferometric changes of the path length during a period while the satellite is in sight. Meanwhile, for a geostationary satellite in BeiDou constellations that are always in sight, the path length changes not by the movement of the satellite but the elevation of the reflection surface, *i.e.* the sea level rise. In this study, we used the three-month time series (2016/09-11) of the 1Hz SNR of the geostationary BeiDou #02 satellite observed by a GNSS-R system deployed to the Shirahama Oceanographic Observatory Tower owned by Kyoto University (33deg, 42’ 32’’ N, 135deg, 19’ 58’’ E) at the height of ~20m. The geostationary GNSS-R altimetry observed significant flood tides when the wind speed is stably low; the 0.6m sea level rise was successfully determined by the SNR interferometry with 0.05m rms difference. However, significant interferometric SNR changes by tides were not recorded at high or low tides since at least 0.25m sea level change is required for the interferometry cycle. Consequently, the cyclic periods of the geostationary GNSS-R altimetry for tides become long (1-4 hours for 0.25m change in Shirahama), the interferometric variations were usually contaminated by SNR changes induced by the other factors such as winds. On the contrary, faster sea level changes by wave motions could be recognized by the geostationary GNSS-R altimetry, although the temporal sampling intervals of the present data were not adequate.

キーワード：GNSS-R、海面高度計、BeiDou静止GNSS衛星
Keywords: GNSS-R , altimetry, BeiDou geostationary GNSS satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of typhoon wind speed using CYGNSS observations: A case study of Typhoon Lan in 2017

*加古 真一郎[1]、富田 裕之[2]、市川 香[3]
*Kako Shinichiro[1], Hiroyuki Tomita[2], Kaoru Ichikawa[3]

1. 鹿児島大学大学院理工学研究科、2. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3. 九州大学応用力学研究所
1. Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 2. Institute for Space-Earth Environment, Nagoya University, 3. Research institute for Applied Mechanics, Kyushu University

We conducted a case study of Typhoon Lan, which occurred in 2017, to investigate the impact of the Cyclone Global Navigation Satellite System (CYGNSS) on the estimation of extremely high wind speeds, such as those occurring during typhoons. We studied CYGNSS because it is expected to be capable of observing wind speeds in regions with extremely high wind speeds and heavy rains (i.e., typhoons) where it is difficult to perform measurements using the current microwave instrument. Firstly, we compared CYGNSS-derived wind speeds produced by NASA with those derived from AMSR2 produced by the Japan Aerospace Exploration Agency. CYGNSS was found to underestimate the wind speeds around Typhoon Lan compared with AMSR2. We then attempted to estimate the wind speeds using the leading edge slope (LES) and mean square slope (MSS) derived from the CYGNSS observations. Although the relationship between the MSS and wind speed differs depending on the wave age (Zhao and Tobe, 2003), it is difficult to estimate the wave age because this estimation is required the wind and wave speeds. We used the wave period as a substitute for the wave age since the wave period is expected to be similar to the wave age. We therefore first computed the fourth power of the wave period (T4) in line with Wang and Ichikawa (2016). Next, we classified the ocean into three regions based on T4 to investigate the relationship between the MSS and the wind speed observed by AMSR2 in each region. Finally, we approximated the curves relating the MSS to the wind speed using exponential functions in the three regions and estimated the wind speed using these curves. The comparison between the wind speeds produced by NASA and those estimated in this study demonstrated that our method can estimate high wind speeds more accurate than the CYGNSS wind speeds produced by NASA.

キーワード：CYGNSS、AMSR2、台風
Keywords: CYGNSS, AMSR2, tyhoon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ionospheric and seismic effects caused by the North Korea nuclear tests realized on 2006-2017

Nataliia Perevalova[2], *Nikolai Shestakov[1], Anna Dobrynina[3,4], Dmitry Kostylev[7], Meng Guojie[5], Wei-Wei Wu[5,6]

1. Institute for Applied Mathematics FEB RAS, Vladivostok, Russia; Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, 2. Institute of Solar-Terrestrial Physics SB RAS, Irkutsk, Russia, 3. Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia , 4. Geological institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia , 5. Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration, Beijing, China, 6. College of Surveying and Geo-informatics, Tongji University, Shanghai, China, 7. Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS, Yuzhno_Sakhalinsk, Russia

Using data from GPS/GLONASS receivers and seismic networks, we studied the ionospheric and lithospheric effects caused by six underground nuclear tests realized in North Korea on 2006-2017.
To investigate the ionospheric disturbances, we analyzed data from several continuous GNSS-networks (GPS and GLONASS) operating in Asia - Western Pacific region: IGS, GEONET, FEB RAS and FEFU complex geodynamic network, a set of stations belonging to China and South Korea GNSS-networks. Sites close to the Korean Peninsula were selected for the analysis. Series of total electron content (TEC) in the ionosphere were calculated on the base of dual-frequency phase measurements of GNSS receivers. To detect disturbances caused by the nuclear tests, TEC series were filtered in the range of periods from 1 to 10 minutes. Despite the small magnitudes of seismic events associated with the nuclear tests, we were able to identify ionospheric disturbances which were most likely generated by these explosions. Such disturbances were detected for 4 out of 6 nuclear tests. The main parameters of the disturbances were determined. From our analysis we concluded that characteristics of ionospheric disturbances caused by the underground nuclear tests differed significantly from the parameters of disturbances that are usually observed after earthquakes.
For seismic analysis, we used data from the broadband seismic station networks located at distances up to 23 degrees from the Korean Peninsula: II, IC, IU, TW, JP, G, KS, and KG given by IRIS, and regional seismic network BY. The frequency content of P and surface Rayleigh waves registered by 46 broadband stations was analyzed. For some events, the P-wave frequency content showed the prevalence of low frequencies in spectra (~0.45 Hz). The peak frequencies of the surface Rayleigh waves was in the 0.05-0.45 Hz range. Preliminary analysis of the peak frequencies spatial distribution showed that the continental massive area is characterized by the relatively high frequencies (0.14-0.50 Hz) while for the areas adjacent to marginal seas the low values of peak frequencies are observed (from 0.13 Hz and less).
Acknowledgments. We are deeply indebted to Scripps Orbit and Permanent Array Center (SOPAC) for the IGS-network data, to Geospatial Information Authority of Japan for GEONET network data, to Korea Astronomy & Space Science Institute for access to GNSS data on the Korean Peninsula, CCU CC FEB RAS for access to data from the FEB RAS and FEFU complex geodynamic network; Institute of Earthquake Forecasting, China Earthquake Administration for access to GNSS data in China. The facilities of the IRIS Data Management System, and specifically the IRIS Data Management Center, and Baikal Regional Seismological Center and Sakhalin Branch of Federal Research Center Geophysical Survey RAS were used to get waveform and metadata required in this study. This work was performed with budgetary funding of Basic Research program II.16 and was also partially supported by RFBR grants 17-45-388072_p_a, 17-45-388049_ p_a, 17-55-53110_GFEN_a, 19-05-00889_a.

Keywords: North Korea nuclear tests, ionospheric and lithospheric effects, GPS/GLONASS-observations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relationships between Water Vapor Concentration Index derived from GNSS and Surface Wind Convergence during Localized Heavy Rainfall in Tokyo in Summer

*瀬戸 芳一[1]、小司 禎教[2]、常松 展充[3]、高橋 日出男[1]
*Yoshihito Seto[1], Yoshinori Shoji[2], Nobumitsu Tsunematsu[3], Hideo Takahashi[1]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理環境学域、2. 気象庁気象研究所、3. 東京都環境科学研究所
1. Department of Geography, Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University, 2. Meteorological Research Institute, 3. Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection

In recent years, short-term heavy-rainfall events that have caused severe damages such as flooding have frequently occurred in the Tokyo Metropolitan area in summer. In view of the development process of cumulonimbus clouds, the convergence of surface winds and the spatial concentration of water vapor are supposed to have taken place prior to the occurrence of heavy rainfall. This study aims to clarify the evolutionary process of short-term heavy rainfall as a contribution to short-range forecasting of heavy rainfall that occurs locally.

The relationships between the occurrence of heavy rainfall and the convergence of surface winds and water vapor concentration for heavy-rainfall cases were examined using data from July to September obtained from high-density meteorological observations in Tokyo, Japan. We used the water vapor concentration (WVC) index derived from the global navigation satellite system (GNSS) analysis as indices for the degree of divergence and convergence of water vapor in the lower troposphere (Shoji 2013).

Corresponding to heavy-rainfall areas, the convergence of surface winds tended to increase for several tens of minutes prior to the heavy rainfall. The peak time of wind convergence was observed 10–30 min before the heavy-rainfall occurrence, and the convergence continued to increase for approximately 30 min until the convergence peak time (Seto et al. 2018). Around the heavy-rainfall area, the increase in the WVC index coincided with the increase in convergence. On the other hand, it was considered that the temporal and spatial scales of the WVC index are larger than those of wind convergence. From these results, by monitoring the temporal variations and distributions of these parameters using a high-density observation network, it should be possible to predict the occurrence of heavy rainfall rapidly and accurately.

References

Seto, Y., Yokoyama, H., Nakatani, T., Ando, H., Tsunematsu, N., Shoji, Y., Kusunoki, K., Nakayama, M., Saitoh, Y. and Takahashi, H. 2018. Relationships among rainfall distribution, surface wind, and precipitable water vapor during heavy rainfall in central Tokyo in summer. J. Meteor. Soc. Japan, 96A, 35–49.
Shoji, Y. 2013. Retrieval of water vapor inhomogeneity using the Japanese nationwide GPS array and its potential for prediction of convective precipitation. J. Meteor. Soc. Japan, 91, 43–62.

キーワード：短時間強雨、地上風収束、水蒸気、高密度観測
Keywords: localized heavy rainfall, wind convergence, water vapor, high-density observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-
Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science -preliminary report-

*市川 隆一[1]、氏原 秀樹[1]、佐藤 晋介[1]、雨谷 純[1]、太田 雄策[2]、宮原 伐折羅[3]、宗包 浩志[3]、長崎 岳人[4]、田島 治[5]、荒木 健太郎[6]、田尻 拓也[6]、瀧口 博士[7]、松島 健[8]、松島 喜雄[9]、桃谷 辰也[10]、宇都宮 健志[10]
*Ryuichi Ichikawa[1], Hideki Ujihara[1], Shinsuke Satoh[1], Jun Amagai[1], Yusaku Ohta[2], Basara Miyahara[3], Hiroshi Munekane[3], Taketo Nagasaki[4], Osamu Tajima[5], Kentaro Araki[6], Takuya Tajiri[6], Hiroshi Takiguchi[7], Takeshi Matsushima[8], Nobuo Matsushima[9], Tatsuya Momotani[10], Kenji Utsunomiya[10]

1. 情報通信研究機構、2. 東北大学、3. 国土地理院、4. 高エネルギー加速器研究機構、5. 京都大学、6. 気象研究所、7. 宇宙航空研究開発機構、8. 九州大学、9. 産業技術総合研究所、10. 日本気象協会
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Tohoku University, 3. Geospatial Information Authority of Japan, 4. High Energy Accelerator Research Organization, 5. Kyoto University, 6. Meteorological Research Institute, JMA, 7. Japan Aerospace eXploration Agency, 8. Kyushu University, 9. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 10. Japan Weather Association

中性大気中の水蒸気変動を高時空分解能で把握するために、次世代高感度マイクロ波放射計の開発に着手した。このマイクロ波放射計は、マイクロ波を用いたGNSSやVLBIといった宇宙測地技術の高精度化に加え、火山活動監視や積乱雲の発達過程観測への寄与を念頭に置いている。同放射計の基本的な設計概念は、高エネルギー加速器研究機構(KEK)が開発したKUMODeSのそれを踏襲する。KUMODeSは、20-30 GHz帯と50-60 GHz帯の2つの帯域を受信する広帯域受信機を搭載し、前者の低雑音アンプを10Kまで冷却することで、水蒸気及び液水の吸収帯での高感度化を実現している。一方、後者の受信系は、酸素の吸収帯を同時観測することで大気放射を把握し、双方の放射温度を解析することで水蒸気に寄与する放射スペクトルを正確に推定出来る。我々は、KUMODeS観測で得られた可降水量をGNSS、ラジオゾンデ、あるいは数値予報データから得られた可降水量と比較し、KUMODeSが水蒸気時空変動を高精度に把握できる可能性を示した。これを踏まえ、新たに開発する放射計では、20-60 GHzを一気に受信可能な広帯域フィードを搭載し、得られた信号を導波管型偏波分離器(OMT)を用いて分離した水平・直交のそれぞれの偏波成分を20-30 GHz及び50-60 GHzの各々の低雑音増幅器(LNA)で受ける受信系を考えている。さらに、受信系全体をスターリング冷凍機を用いた冷凍容器に格納し、これにより信号対雑音比の向上を図ることで感度向上を目指す。この受信系の開発完了は今年の年末を目標としており、既存のパラボラアンテナ受信部に搭載して評価観測を行う予定である。

キーワード：GNSS、マイクロ波放射計、水蒸気
Keywords: GNSS, microwave radiometer, water vapor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar

*瀬古 弘[1]、佐藤 英一[1]、山内 洋[2]
*Hiromu Seko[1], Eiichi Sato[1], Hiroshi Yamauchi[2]

1. 気象研究所、2. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. Japan Meteorological Agency

Temperature and water vapor near the surface play crucial roles for the generation of convection cells. However, their variations just before the generations of convection cells still are not understood completely. In this study the temporal variations of refractivity index were obtained by MRI dual-polarization Doppler radar. The features of temperature and water vapor including generation period of convection cells will be shown in this presentation. On 19th August 2017, the sea breeze invaded from Kashima-Nada and the refractivity increased along the front of the sea breeze. The scattered weak echoes that appeared around the front seem to be related with the increase of refractivity. These are the features near the surface. The comparison with other data such as GNSS PWV will be also presented.

キーワード：観測手法、ドップラーレーダ、屈折率
Keywords: Observation method, Doppler radar, Refractivity index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial and temporal distribution of tropospheric water vapor observed by a Raman lidar and a GNSS receiver network over Shigaraki, Japan

*矢吹 正教[1]、津田 敏隆[1]、河野 邑弥[2]、鳥取 裕作[2]、塚本 誠[2]、竹内 栄治[2]
*Masanori Yabuki[1], Toshitaka Tsuda[1], Yuya Kawano[2], Yusaku Tottori[2], Makoto Tsukamoto[2], Eiji Takeuchi[2]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 英弘精機株式会社
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. EKO Instruments Co., Ltd.

Understanding the spatial and temporal distributions of water vapor in the atmosphere is critical for unveiling the fundamental mechanisms of localized extreme weather events. Besides, it is highly beneficial for improving the accuracy of weather forecasts by mesoscale numerical weather prediction models. To achieve the continuous monitoring of water vapor distributions, we performed simultaneous measurements by Raman lidar in the UV-C region and a dense Global Navigation Satellite System (GNSS) network. The former is a novel technology that can be utilized for profiling the vertical distribution of the water vapor mixing ratio for twenty-four hours, while the latter can be used for detecting the horizontal distribution of precipitable water vapor. The Raman lidar employs a laser at a wavelength of 266 nm and detects the light separated into an elastic backscatter signal and vibrational Raman signals of oxygen, nitrogen, and water vapor at wavelengths of 266, 277, 284, and 295 nm, respectively. The use of these wavelengths is convenient because of the low background noise during daytime, since most of the solar radiation in the ultraviolet range below 300 nm is absorbed by the ozone layer in the stratosphere. The lidar was encased in a temperature-controlled compact container, resistant to a variety of environmental conditions. Continuous observation of water vapor profiles by lidar has been conducted at the Shigaraki MU radar observatory (34˚51’ N, 136˚06’ E, 385 m a.s.l.) since November 2017. The dense GNSS receiver network consisted of 10 dual-frequency GNSS stations which were installed with a horizontal spacing of 3-4 km near the observatory on July 2017. In this study, we present our water vapor monitoring system as well as the preliminary results on the spatio-temporal water vapor distributions in 2018.

Acknowledgements
A part of this study is supported by JSPS KAKENHI Grant Number 15H03724.

キーワード：水蒸気、ラマンライダー、稠密GNSSネットワーク
Keywords: water vapor, Raman lidar, dense GNSS network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations

Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations

*小司 禎教[1]、酒井 哲[2]、足立 アホロ[1]、吉田 智[2]、永井 智広[2]
*Yoshinori Shoji[1], Tetsu Sakai[2], Ahoro Adachi[1], Satoru Yoshida[2], Tomohiro Nagai[2]

1. 気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2. 気象研究所気象衛星・観測システム研究部第３研究室
1. The Second Laboratory of Meteorological Satellite and Observation System Research Department, Meteorological Research Institute, 2. The Third Laboratory of Meteorological Satellite and Observation System Research Department, Meteorological Research Institute

Highly urbanized Tokyo metropolitan area is vulnerable to severe storms such as local torrential rainfall, thunder lightning and tornado. Recently, the number of days with thunderstorms has been increasing in Tokyo. Elucidation of the mechanism of extreme weather in Tokyo is urgent matter (Nakatani et al. 2013). To study the rolls of water vapor and wind for the rapid life-cycle (initiation, development and dissipation) of hazardous cumulus convection, we installed a mobile Raman-lidar (Sakai et al. 2018), a wind profiler, and five GNSS stations in and around Tokyo.

Using 3DVAR capability of WRF data assimilation system (WRFDA)(Barker et al. 2012) , three-dimensional atmospheric fields with 1 km horizontal resolution were produced at every 10min throughout the August 2017 and 2018. Background fields were produced by JMA nonhydrostatic model (NHM)(Saito et al. 2007). In addition to the observed data at these campaign observation instruments, Japan Meteorological Agency’ s operational surface meteorological stations, wind-profiler stations and GNSS PWV derived at dense GNSS network of Geospatial Information Authority of Japan are assimilated. We confirmed that the reproduced atmospheric fields (Temperature, humidity, and wind) showed better agreement with observations of radiosonde, lidar derived water vapor mixing ratio, and wind-profiler than background fields at altitudes lower than 2 km. Assimilation of surface meteorological observations (atmospheric pressure, temperature, humidity and wind) introduced better agreement mainly at altitude lower than 0.5 km. Inclusion of GNSS derived PWV resulted better agreement of humidity at altitude higher than 0.5 km and inclusion of wind field from wind-profiler led better agreement of wind field.

We have investigated roles of water vapor for several local heavy rainfall events occurred in Tokyo in August 2017 and 2018 and found that convergence of water vapor flux at 0.5 km altitude had intensified prior to the occurrence of torrential precipitation. Statistical and quantitative results will be discussed at the symposium.

This study is supported by JSPS KAKENHI Grants 17H00852.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：水蒸気、データ同化、局地豪雨
Keywords: Water vapor, Data assimilation, Localized heavy rainfall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | 106 1F

[M-TT46] 統合地球観測システムとしてのGPS/GNSSの新展開

コンビーナ:小司 禎教(気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室)、市川 香(九州大学応用力学研究所)、太田 雄策(東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)、津川 卓也(情報通信研究機構)、座長:Yoshinori Shoji(Meteorological Research Institute)

GNSSは、大気圏、電離圏、固体地球の基盤となる統合観測システムとなっている。地上及び宇宙基地型GNSS観測は、2006年より数値気象予報の改善に貢献している。近年では反射波を用いて高度、地面粗度、土壌水分、積雪深、湿度や植生インデックスを導出する研究が発展している。船舶やブイなど海洋上のGNSS観測は、海面高度に加えて海洋上の水蒸気観測の能力を持つ。Multi-GNSSがもたらす観測データの増加は、統合地球観測システムとしてのGNSSの能力を拡大させる。
本セッションの目的は、GNSS研究の最新成果を共有し、あらたな学際研究を促進することにある。GNSSを用いた大気（対流圏、電離圏）、GNSS-R、またGNSS-音響観測による海底測位のようなの異なる観測の統合に関する投稿を歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[MTT46-12] Study on tropospheric delay variations extracted from a short baseline analysis and their application to meteorological observation

*吉原 貴之[1]、斎藤 享[1]、毛塚 敦[1]、齊藤 真二[1] (1.国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所)

15:45 ~ 16:00

[MTT46-13] Water vapor estimation using digital terrestrial broadcasting waves
- Field test in Tokyo metropolitan area and trial production of small devices -

*川村 誠治[1]、花土 弘[1]、太田 弘毅[1]、松村 喜修[2]、森 良輔[2]、野田 一善[2]、長谷川 照晃[2] (1.国立研究開発法人 情報通信研究機構、2.株式会社ソシオネクスト)

16:00 ~ 16:15

[MTT46-14] 920MHz通信無線の伝搬遅延計測による水蒸気推定

*志賀 信泰[1]、安田 哲[1]、川村 誠治[1]、花土 弘[1]、市川 隆一[1]、岩井 宏徳[1]、佐藤 晋介[1] (1.国立研究開発法人　情報通信研究機構)

16:15 ~ 16:30

[MTT46-15] Comparison of a water vapor observation with GPS and high sensitivity microwave radiometer, KUMODeS

*長崎 岳人[1]、田島 治[2]、市川 隆一[3]、瀧口 博士[4]、荒木 健太郎[5]、石元 裕史[5] (1.大学共同利用機関法人　高エネルギー加速器研究機構　素粒子原子核研究所、2.京都大学、3.国立研究開発法人　情報通信研究機構、4.国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構、5.気象庁気象研究所)

16:30 ~ 16:45

[MTT46-16] 局地的豪雨予測のための水蒸気ラマンライダーの開発と観測

*永井 智広[1]、酒井 哲[1]、吉田 智[1]、泉 敏治[2]、横田 祥[1]、瀬古 弘[1]、小司 禎教[1]、白石 浩一[3] (1.気象庁　気象研究所、2.気象庁、3.福岡大学)

16:45 ~ 17:00

[MTT46-17] Study of Water Vapor Monitoring in the Open Ocean using Kinematic Precise Point Positioning

*小司 禎教[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、津田 敏隆[4]、矢吹 正教[4] (1.気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2.神奈川県温泉地学研究所、3.高知工業高等専門学校、4.京都大学生存圏研究所)

Study on tropospheric delay variations extracted from a short baseline analysis and their application to meteorological observation

*吉原 貴之[1]、斎藤 享[1]、毛塚 敦[1]、齊藤 真二[1]
*Takayuki Yoshihara[1], Susumu Saito[1], Atsushi Kezuka[1], Shinji Saitoh[1]

1. 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 電子航法研究所
1. Electronic Navigation Research Institute, National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology

This paper discusses variation of 10cm order in tropospheric delay differences between two ground-based GNSS stations, which are located with a horizontal scale of about 2km. This typical value of tropospheric delay differences is represented as a tropospheric delay difference projected to the zenith direction for a common satellite between the two stations. The variation also corresponds to an order of 50 mm/km in tropospheric delay spatial gradient. Such large differences of tropospheric delay with short baselines of several 100m had been reported in safety assessment and validation activities for aircraft high category precision approach and landing system called as GBAS (Ground-Based Augmentation System) [1,2,3]. They also reported that their temporal variations are highly correlated with the surface wind velocities under fine weather conditions.

A GBAS ground station typically has four GNSS stations with separation of several 100m each other. Electronic Navigation Research Institute (ENRI) participated in the safety assessment and validation activities, which were performed to validate draft international standards for high category GBAS. As one of the activities, ENRI developed a prototype system and installed it in New Ishigaki airport (24.40N, 124.25E). The system has the typical four GNSS stations within a horizontal scale of 400m and an additional GNSS station called as ionosphere field monitor (IFM), which is located as about 2km away from the four stations. These GNSS stations consists of dual frequency antenna and receiver and continuously collect GNSS data. Additionally, we set up a different GNSS receiver which can accept multi-RF signal inputs. Combining the receiver with Radio-over-Fiber (RoF) devices, we can use a common clock for signal processing two GNSS signals received at the both ends of the baseline with a length of 2.3km [4]. This additional system enables us to examine a tropospheric difference for each GNSS satellite without correction of difference of receiver clock drift components between two received signals although it is required to distinguish tropospheric delay differences from ionospheric effects and multipath errors using dual frequency measurements and characteristics of multipath variations [5].

In this study, we mainly examine tropospheric delay difference data with the baseline length of 2.3km, including GNSS data collected from the prototype system. Considering geometry of GNSS satellite propagation paths and observational errors, we will discuss candidate meteorological phenomena and application to future meteorological observation.

[1] K. Alexander et al., WP16, ICAO NSP/WGW, May 2014.
[2] F. Salbert et al., ICAO NSP WG1&2, Sept. 2014.
[3] S. Saito et al., Proc. of ION 2015 Pacific PNT, pp. 815-820, Honolulu, HI, April 2015.
[4] T. Yoshihara, et al., Proc. of the ION 2017 Pacific PNT, pp. 885-896, Honolulu, Hawaii, May 2017.
[5] T. Yoshihara et al., IEICE Technical Report, vol.118, no.105, pp.19-24, SANE2018-16, June 2018 (Japanese).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：GNSS、対流圏遅延、短基線、気象観測への応用
Keywords: GNSS, Tropospheric delay, Short baseline, Application to meteorological observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Water vapor estimation using digital terrestrial broadcasting waves - Field test in Tokyo metropolitan area and trial production of small devices -

*川村 誠治[1]、花土 弘[1]、太田 弘毅[1]、松村 喜修[2]、森 良輔[2]、野田 一善[2]、長谷川 照晃[2]
*Seiji Kawamura[1], Hiroshi HANADO[1], Hiroki Ohta[1], Yoshinobu Matsumura[2], Ryosuke Mori[2], Kazuyoshi Noda[2], Teruaki Hasegawa[2]

1. 国立研究開発法人 情報通信研究機構、2. 株式会社ソシオネクスト
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Socionext Inc.

We have developed a method to measure water vapor in horizontal direction using digital terrestrial broadcasting waves [1]. Radio waves are delayed due to water vapor through propagation. Water vapor can be estimated using propagation delay of digital terrestrial broadcasting waves. The basic idea of using propagation delay is the same as that of retrieving PWV by using GNSS. In this study, we estimate water vapor near a ground surface from the horizontal propagation delay of digital terrestrial broadcasting waves. The main features of this observation are, no need for transmitters (small and low cost due to receiving only), applicability wherever digital terrestrial broadcasting is available, and its high time resolution. Our target is to improve the accuracy of numerical weather forecast for severe weather phenomena such as localized heavy rainstorms in urban areas through data assimilation.
We have developed a real-time delay measurement system with a software-defined radio (SDR) technique, whose main components are USRP-N210 and PC (prototype). Seven measurement systems are now under operation around Tokyo metropolitan area. Although the main source of digital terrestrial broadcasting waves in Tokyo area is the Tokyo Skytree, some small radio towers that transmit Television Saitama, Chiba Television, Television Kanagawa, and do on can be also available. If plural radio waves from different radio towers are available, we can use plural base-lines to estimate water vapor. Outline of demonstration experiment in Tokyo metropolitan area and its initial results are introduced.
Small devices which can measure propagation delay using digital terrestrial broadcasting waves are now under trial production through a joint research by NICT and Socionext. These devices use FPGA for calculate propagation delay of digital terrestrial broadcasting waves. Their size and electricity consumption is smaller than those of prototype. If many small receivers are deployed, 2-D water vapor variations can be monitored with high time and space resolutions. Such a network system will contribute to increasing the accuracy of numerical weather forecast for severe weather phenomena such as localized heavy rainstorms.

Reference
[1] Kawamura, S., et al. (2017), Water vapor estimation using digital terrestrial broadcasting waves, *Radio Sci.*, *52*, 367-377, doi:10.1002/2016RS006191.

キーワード：水蒸気、伝搬遅延、地上デジタル放送
Keywords: water vapor, propagation delay, digital terrestrial broadcasting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

920MHz通信無線の伝搬遅延計測による水蒸気推定
Water vapor estimation via propagation delay of 920MHz wireless communication signal

*志賀 信泰[1]、安田 哲[1]、川村 誠治[1]、花土 弘[1]、市川 隆一[1]、岩井 宏徳[1]、佐藤 晋介[1]
*Nobuyasu Shiga[1], Satoshi Yasuda[1], Seiji Kawamura[1], Hiroshi HANADO[1], Ryuichi Ichikawa[1], Hironori Iwai[1], Shinsuke Satoh[1]

1. 国立研究開発法人　情報通信研究機構
1. National Institute of Information and communications technology

920MHz通信無線チップを用いて伝搬遅延の変動を高精度(6mm)、高頻度(20回／秒)に計測する通信モジュールを開発した。このモジュールを4.25km離れた2地点に設置して直達波の伝搬遅延の変動をモニターしたところ、計測された伝搬遅延の変動は気象測器のデータによって見積もった伝搬遅延とよく一致した。地表付近の水蒸気分布をモニターする目的のためには、本技術による地表水平方向の伝搬遅延計測の方が、主として鉛直方向の伝搬遅延計測を計測するGNSSよりも適している。

本技術が将来的に地表水蒸気の分布を高精度、高頻度、高解像度、かつ安価に計測することを期待して、社会実装への道筋を模索している。

キーワード：水蒸気推定、時空間同期、伝搬遅延計測、通信無線モジュール
Keywords: water vapor estimation, space-time synchronization, propagation delay measurement, wireless communication module



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of a water vapor observation with GPS and high sensitivity microwave radiometer, KUMODeS

*長崎 岳人[1]、田島 治[2]、市川 隆一[3]、瀧口 博士[4]、荒木 健太郎[5]、石元 裕史[5]
*Taketo Nagasaki[1], Osamu Tajima[2], Ryuichi Ichikawa[3], Hiroshi Takiguchi[4], Kentaro Araki[5], Hiroshi Ishimoto[5]

1. 大学共同利用機関法人　高エネルギー加速器研究機構　素粒子原子核研究所、2. 京都大学、3. 国立研究開発法人　情報通信研究機構、4. 国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構、5. 気象庁気象研究所
1. High Energy Accelerator Research Organization, IPNS, 2. Kyoto University, 3. National Institute of Information and Communications Technology, 4. Japan Aerospace Exploration Agency, 5. Meteorological Research Institute

GPSに代表されるように、大気中を飛翔させた電波を利用した測地システムは近年有効に利用されている。しかしながら、大気を飛翔する電波は水蒸気による遅延を免れることはできなく、特定の測定システムでは不定性の大きな要因となっている。一方、大気中の水蒸気量を同定する装置として地上設置型のマイクロ波放射計が以前より存在する。

新たに開発を行ったマイクロ波放射計”KUMODeS(クモデス)”は、大雨や積乱雲下で生じる竜巻等の局所的・突発的自然災害の早期発見を目的とし、大気中に存在する水分子から放射される輝線 (20-30 GHz 帯) ならびに酸素分子からの輝線 (50-60 GHz 帯) の広いスペクトルを同時に測定する。これにより大気中の水蒸気量等の推定を高精度で行う。クモデスの特徴として、電波天文観測技術の応用により冷却受信機を採用することで高感度(低雑音)を実現した。加えて冷凍機によって冷却する温度較正源を搭載し、遠隔操作での長期運用を可能とし、またこれまでよりも高い空間分解能を得られるシステムとするなど、既存のマイクロ波放射計に対して利便性の向上を図っている。クモデスを用いて、つくば市において半年間以上の長期観測を行った。また同地点にてGPSアンテナによる水蒸気量測定を行い、観測結果の妥当性の検証を行った。加えて、クモデスの発展としてより小型かつ低消費電力を目指した２号機の開発も実施した。本講演では、システムの概要ならびにつくば 市における大気観測の結果を報告する。

本研究は文部科学省･大学発新産業創出拠点プロジェクト「START」(http://www.jst.go.jp/start/) に平成２６年度より採択され、その援助のもとに開発を行った。

キーワード：大気水蒸気、マイクロ波放射計
Keywords: water vapor, microwave radiometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

局地的豪雨予測のための水蒸気ラマンライダーの開発と観測
Development and Observation of Water Vapor Raman Lidars for Localized Torrential Rainfall Prediction

*永井 智広[1]、酒井 哲[1]、吉田 智[1]、泉 敏治[2]、横田 祥[1]、瀬古 弘[1]、小司 禎教[1]、白石 浩一[3]
*Tomohiro Nagai[1], Tetsu Sakai[1], Satoru Yoshida[1], Toshiharu Izumi[2], Sho Yokota[1], Hiromu Seko[1], Yoshinori Shoji[1], Koichi Shiraishi[3]

1. 気象庁　気象研究所、2. 気象庁、3. 福岡大学
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Japan Meteorological Agency, 3. Fukuoka University

近年、雨の降り方が局地化・集中化し、局地的な豪雨による災害の激甚化が進行している。このような豪雨は、降雨の発生している地域に、大気下層で水蒸気を豊富に含んだ気塊が連続して供給されることが要因の一つであると考えられている。このため、局地的な豪雨を予測するためには、豪雨の風上側において、豪雨に供給される大気下層の水蒸気の鉛直分布を連続観測することが重要である。気象研究所では、水蒸気鉛直分布を測定するためのラマンライダーを開発し、2017年と2018年の夏期に首都圏において観測を行った。装置は、豪雨を発生させる水蒸気が運ばれる大気下層のなるべく低高度から、また、昼夜を問わずに観測を可能とするように注意して設計した。製作したライダーのうちの1台は容易に移動できる可搬型の装置とし、首都圏で発生する豪雨の風上にあたる海岸域の3ヶ所を観測点とした。ライダーで取得した水蒸気混合比のデータを使い、降雨予測のための初期的な数値実験として、ライダーで観測した水蒸気混合比を同化する実験を行ったところ、豪雨の発生が予期される地点の風上側のライダーで観測された水蒸気分布を同化することで、水蒸気の解析場が大きく変化したことが確認できた。さらに、九州で頻発する豪雨の量的な予測を向上させるため、水蒸気ライダー等を展開してデータ同化実験を行う新たな研究計画を開始したところである。

キーワード：水蒸気、ライダー、豪雨、データ同化、天気予報
Keywords: water vapor, lidar, heavy rain, data assimilation , weather prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of Water Vapor Monitoring in the Open Ocean using Kinematic Precise Point Positioning

*小司 禎教[1]、加藤 照之[2]、寺田 幸博[3]、津田 敏隆[4]、矢吹 正教[4]
*Yoshinori Shoji[1], Teruyuki Kato[2], Yukihiro Terada[3], Toshitaka Tsuda[4], Masanori Yabuki[4]

1. 気象研究所気象衛星・観測システム研究部第２研究室、2. 神奈川県温泉地学研究所、3. 高知工業高等専門学校、4. 京都大学生存圏研究所
1. The Second Laboratory of Meteorological Satellite and Observation System Research Department, Meteorological Research Institute, 2. Hot Springs Research Institute/Kanagawa Prefectural Government, 3. Natinal Institute of Technology, Kochi College, 4. Research Institute for Sustainable Humanosphere/Kyoto Unversity

Japan is an archipelago located easternmost of East Asia and influenced by the East Asian monsoon, which is characterized by moist air inflow coming from the ocean that often causes heavy rainfall (Kato 2006, Tsuguti and Kato 2014, Kato 2018). From June 28 to July 8, 2018, extreme rainfall frequented western Japan to the Tokai region, wherein more than 1,000 mm, at the maximum of 1,852.5 mm, precipitation was recorded in several regions (Tsuguti et al. 2018). A press release of Japan Meteorological Agency (JMA) (JMA, 2018) attributed the event to the concentration of two massively moist air streams over western Japan and persistent upward flow. With the frequency of extreme precipitation events, water vapor monitoring over the ocean becomes one of the important issues in Japan. Shoji et al. 2009 exhibited the improvement of a heavy rainfall prediction method by assimilating precipitable water vapor (PWV) estimated via the Global Positioning System (GPS) observation network in East Asia, as well as Japan’s nationwide dense GPS network. The result insisted the importance of water vapor monitoring upstream.

Unlike ground-based fixed GNSS stations, ocean-platform (ship and buoy) GNSS measurements face difficulties in analyzing the variable antenna position simultaneously with the atmospheric delay. However, recent advancement of kinematic precise point positioning technology is beginning to overcome these difficulties. Shoji et al (2017) installed two GNSS antennas on a research vessel, the RYOFU MARU of the Japan Meteorological Agency (JMA), and conducted experimental observations to assess the GNSS derived precipitable water vapor (PWV) from October 19, 2016, to August 6, 2017. The GNSS derived PWVs showed good agreement with the radiosonde observations on the vessel (1.7 mm root mean square difference, −0.7 mm bias, and 3.6% rejection rate).

Kato et al. (2018) introduced a GNSS buoy system for a synthetic geohazard monitoring. The buoy is located about 40 km south of Cape Ashizuri, west of Shikoku, Japan. We succeeded continuous PWV retrieval from June to September 2018. Retrieved PWVs vividly captured water vapor variations associated with north-south shifting of the “BAIU” seasonal rain front and passages of heavy rainfalls and typhoons. The GNSS buoy PWVs also suggest that, compared to over land, uncertainty of water vapor field in JMA’s objective analysis is larger over the ocean (Shoji et al. 2019).

In the year of 2018, we started a new research project to monitor PWV over the ocean west of Kyushu, Japan, getting supports from eight vessels (six regular line cargo vessels, one fisheries research vessel, and one JMA’s research vessel). The purpose of this study is to assess the impact of water vapor monitoring in upward of west Japan on heavy rainfall prediction. Preliminary PWV analyses show about 3 mm rms with about -1 mm bias against JMA’s operational regional objective analysis.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgements

The shipborne GNSS campaign observation was funded by a research grant for Mission Research for Sustainable Humanosphere from the Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH) at Kyoto University, “Study on accuracy improvement of shipborne GNSS water vapor measurement.”

GNSS observation on top of a floating buoy is funded by JSPS KAKENHI Grants 16H06310. A part of this study is supported by JSPS KAKENHI Grants 17H00852.

キーワード：水蒸気、豪雨、GNSS
Keywords: Water Vapor, Heavy rainfall, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-TT47] 人新世における高精細地形・地球物理データの活用

コンビーナ:早川 裕弋(北海道大学地球環境科学研究院)、楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、Gomez Christopher(神戸大学 海事科学部 海域火山リスク科学研究室)

Recent technical developments of high-definition topographic and geophysical data acquisition have enabled us to further investigate geoscientific issues including land surface processes, subsurface structures, submarine and aerial environments, geo-ecological interactions, and disaster mitigation. Such high-definition or high-resolution data are particularly useful for studies in short-term temporal scales, and future predictions such as numerical modelings. In this session, we expect submissions on topics challenging such issues in the Anthropocene, the most recent geological era of the Earth. A range of topics would fit the session framework, including theoretical work, improvements in data acquisition, extensive data preservation and archiving, pre- and post-processing, statistical analysis, modeling, and simulation for geoscientific research and geohazard assessments in the Anthropocene. The methodological approaches may include, but not limited to, laser scanning, SfM-MVS photogrammetry, GNSS precise positioning, SAR interferometry, multi-beam sonar, and electromagnetic sensors, based on terrestrial (fixed or mobile) and aerial (UAV or manned airborne) platforms.

[MTT47-P01] High-definition topography monitoring after riverbed cultivation in the Echi River, central Japan

*小倉 拓郎[1,2]、淺野 悟史[3]、水野 敏明[3]、東 善広[3]、北井 剛[4]、早川 裕弋[5,6]、飯塚 浩太郎[6] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、4.滋賀県立琵琶湖博物館、5.北海道大学地球環境研究院、6.東京大学空間情報科学研究センター)

[MTT47-P02] **Spatial distribution of land surface displacements in the crater of Tateyama Midagahara Volcano using high-definition topographic data**

*早川 裕弋[1]、楠本 成寿[2]、小倉 拓郎[3,4] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.富山大学大学院理工学研究部、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.北海道大学大学院環境科学院)

[MTT47-P03] SfM/MVSを用いた簡易的な河床形状復元および水深評価に関する検討

*大澤 幸太[1]、新里 忠史[2]、三田地 勝昭[3]、川村 淳[1]、大川 真弘[1] (1.三菱マテリアルテクノ株式会社、2.日本原子力研究開発機構、3.エイ・ティ・エス株式会社)

[MTT47-P04] Ground Penetrating Radar Imaging of Moisture and Water movement in volcanic soil

*Christopher A Gomez[1] (1.Kobe University Faculty of Maritime Sciences Volcanic Risk at Sea Research Group)

[MTT47-P05] **Estimating Eruptive Volumes of Mud Volcano Southwestern Taiwan by Using UAV and SfM-MVS Photogrammetry**

*CHIA-YING LIU[1]、Ray Y Chuang[1]、Horng-Yue Chen[2] (1.Department of Geography, National Taiwan University、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[MTT47-P06] Increasing temporal depth of urban Land-Use Regression Models by wind-data driven dynamic buffer generation

*Tilman Leo Hohenberger[1]、King Wai Leung[1] (1.Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology)

High-definition topography monitoring after riverbed cultivation in the Echi River, central Japan

*小倉 拓郎[1,2]、淺野 悟史[3]、水野 敏明[3]、東 善広[3]、北井 剛[4]、早川 裕弋[5,6]、飯塚 浩太郎[6]
*Takuro Ogura[1,2], Satoshi Asano[3], Toshiaki Mizuno[3], Yoshihiro Azuma[3], Takeshi Kitai[4], Yuichi S Hayakawa[5,6], Kotaro Iizuka[6]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、4. 滋賀県立琵琶湖博物館、5. 北海道大学地球環境研究院、6. 東京大学空間情報科学研究センター
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 3. Lake Biwa Environmental Research Institute , 4. Lake Biwa Museum, 5. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 6. Center for Spatial information Science, The University of Tokyo

Natural processes of erosion and deposition on riverbeds are generally limited in Japan due to large-scale public constructions including dams and banks. As a result of the construction of dams, sediment transport may dramatically decrease in the downstream area are, and the river ecosystem can also be affected. To make sediment move more vigorously, we cultivated the armored gravel riverbed with heavy machinery. We then explore the effects of riverbed cultivating by monitoring the topographic changes with high-frequency and high-definition measurements (HF-HD measurements), whereas conventional measurement technologies do not compensate spatial resolution and temporal resolution to capture the topographic change. Using UAS (Unmanned Aerial Vehicle) and SfM-MVS (Structure-from-Motion –Multi-view Stereo) photogrammetry, we found the transportation of the fixed gravels were occurring after cultivating the riverbed in 2017. The temporal and spatial resolutions of the HF-HD topographic data was approximately 2 months and 10 cm, respectively. In July 2018, water flow at 130 m^3/s was discharged from the upstream dam, and we confirmed that a part of the gravels in the cultivated area was eroded and replaced with new sediments (Fig. 1). These observations indicate that riverbed monitoring using UAV and SfM - MVS can be a practical tool for proper management of riverbeds. Applying this result, we will further clarify the relationships between the water quantity discharged from the dam and the riverbed topographic changes.

キーワード：高精細地形情報、河床耕耘、UAV、SfM多視点ステレオ写真測量、愛知川
Keywords: High-definition topographic data, riverbed cultivation, UAV, SfM-MVS photogrammetry, Echi river

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

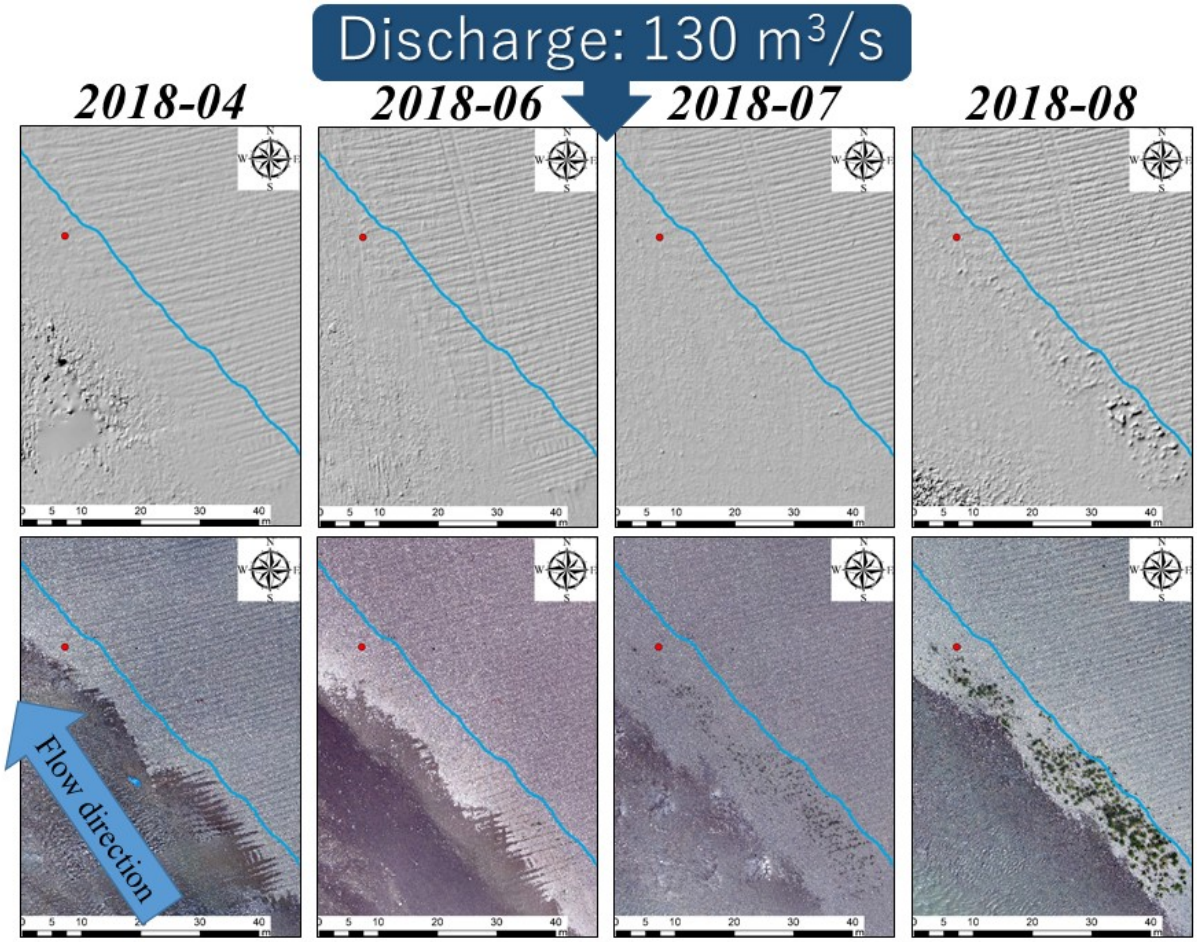


Fig.1. Hillshade images and ortho images of cultivated area.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial distribution of land surface displacements in the crater of Tateyama Midagahara Volcano using high-definition topographic data

*早川 裕弌[1]、楠本 成寿[2]、小倉 拓郎[3,4]
*Yuichi S. Hayakawa[1], Shigekazu Kusumoto[2], Takuro Ogura[3,4]

1. 北海道大学地球環境科学研究院、2. 富山大学大学院理工学研究部、3. 東京大学新領域創成科学研究科、4. 北海道大学大学院環境科学院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Graduate School of Science and Engineering for Research, University of Toyama, 3. Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 4. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

Detailed monitoring of land surface displacements is crucial for the assessment of activities of a volcano, especially in its crater area. Close-range remote sensing of high-definition topographic data is advantageous in the detection of centimeter-scale ground-surface displacements in a wide spacial extent, whereas the conventional leveling method is capable of detecting millimeter-scale displacements along a measurement line. We investigated the spatial distribution of land surface displacements in the Jigoku-Dani crater area of Mt. Tateyama Midagahara Volcano in Toyama Prefecture, central Japan by high-definition topographic measurements including terrestrial laser scanning and unmanned aerial vehicle-based structure-from-motion photogrammetry. The annual measurements were performed for three years (2015 to 2017). The range of uplift detected by terrestrial laser scanning corresponds with that by leveling. Together with the analytical results of the leveling data, the spatial pattern of the uplift suggests the extent of an underground pressured zone to cause the exhumation. For the prediction of the volcanic activities, further monitoring is required to reveal the spatiotemporal patterns of the displacements.

キーワード：地上レーザ測量、UAS-SfM、点群
Keywords: terrestrial laser scanning, unmanned aerial system structure-from-motion, point cloud

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SfM/MVSを用いた簡易的な河床形状復元および水深評価に関する検討
Study on a simplified measurement of water depth and reconstruction of the riverbed form by using SfM and MVS.

*大澤 幸太[1]、新里 忠史[2]、三田地 勝昭[3]、川村 淳[1]、大川 真弘[1]
*OSAWA KOTA[1], Tadafumi Niizato [2], Katsuaki Mitachi[3], Makoto Kawamura[1], Masahiro Ohkawa[1]

1. 三菱マテリアルテクノ株式会社、2. 日本原子力研究開発機構、3. エイ・ティ・エス株式会社
1. Mitsubishi Materials Techno corporation , 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. ATOM TRANSPORT SERVICE CO., LTD

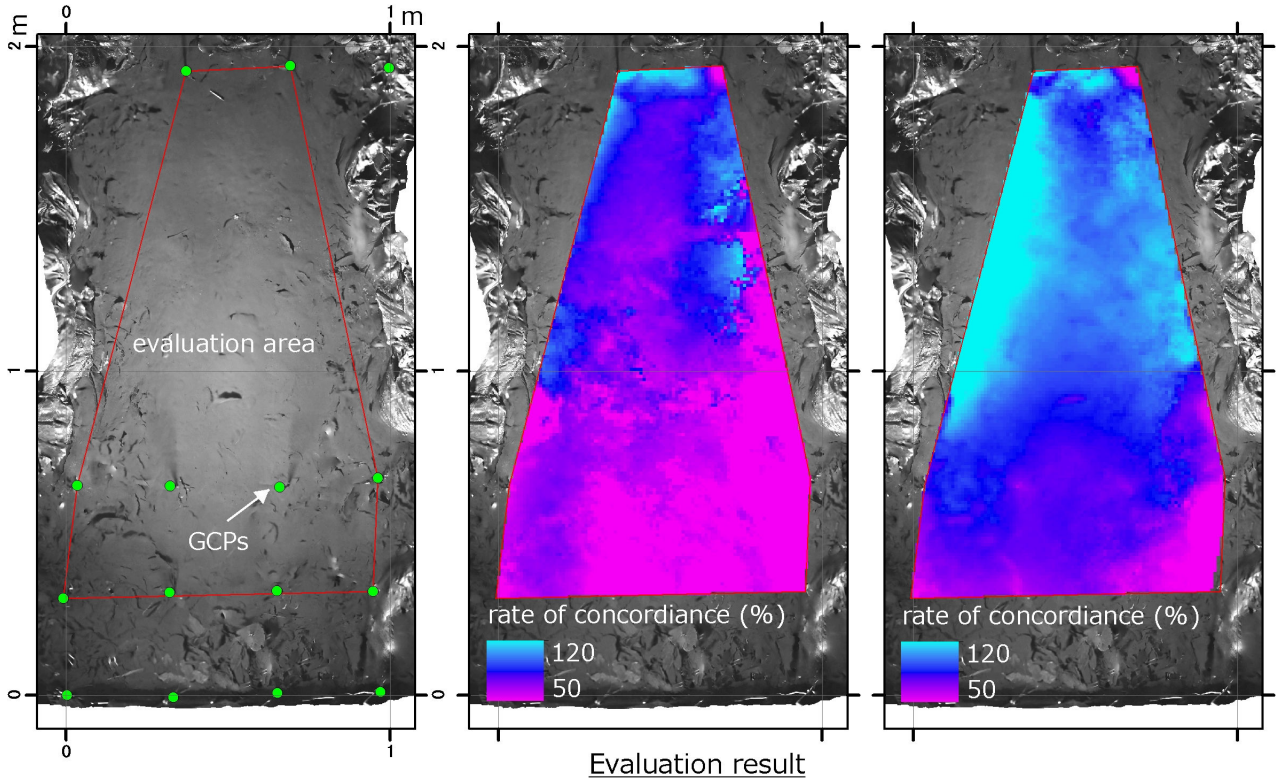
【はじめに】
東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所の事故により山地森林内に沈着した放射性セシウムの林外への移動は、森林斜面から渓流などの小河川に流入した懸濁物による運搬過程が主要であると考えられている。そのため、自然環境中の放射性セシウムの移動や分布の変化を評価するうえで、山地森林内における小河川の河床形状や土砂の堆積量の変化を詳細に把握することは重要である。
小河川の河床における堆積量の変化は、観測開始時に基準水面を設定の上、計測時における基準水面に対する水面の距離と水深から求められる。小流域河川における水深計測方法としてはスタッフやメジャーを用いた直接計測手法が一般的であるが、詳細な河床形状を把握する場合、調査に多くの時間と労力を必要とする。また、近年ではレーザーを用いた高密度で水深を計測する手法もあるが、機器が高価であり、高度な計測技術を要する。そこで、本研究では画像を用いて立体構造を復元することが可能なSfM(Structure from Motion)およびMVS(Multi View Stereo)技術（以降SfM/MVS）を用いて、簡易的、効率的かつ詳細に水深および河床形状を復元することとした。水中で取得した画像や空中から河床を撮影した画像を用いた構造復元の例は少なく、また、本研究同等の小流域河川を対象とした実地検証事例はこれまで報告されていない。本研究では通常の画像撮影方法とあわせて、水面や水中における光の特性を考慮した独自の撮影方法を実験的に採用し、両手法で撮影された画像からSfM/MVSを用いて復元した河床形状と水深について評価した。
【調査対象及び手法】
調査対象は福島県阿武隈山地南部のスギ林内を流下する河道幅1 m程度の小河川である。河道に対し直交方向に三角堰を設置し、土砂を堆積させた。
陸上から水面下を撮影する場合、水面や水中での光の特性が水面下の構造復元に悪影響を与える。特に水深は実際の値より浅くなる傾向がある。そこで本研究では、1)水面反射を考慮し、薄暮において投光機およびサーキュラーPLフィルタ使用した撮影、2)水中での光の減衰を考慮し、光源に市販されている青色フィルムを被せるとともに、RバンドとGバンドを除外する手法を試みた（以下、TM）。一方で、日中に通常の手法により撮影した画像を用いてモデルを復元し（以下、DM）、比較した。なお、調査時には従来手法である1 mm目盛メジャーを用いた水深の計測も実施し、復元精度の評価に使用した。
薄暮時における撮影では265枚、日中は297枚の画像を取得した。それぞれの撮影時間は30分程度である。本研究におけるSfM/MVS処理にはAgisoft社のPhotoScan Professionalを用いた。取得した画像の内部評定の要素補正は同ソフト付随するセルフキャリブレーション機能を用いて行い、復元したモデルの外部評定要素の補正には、対象範囲を内包する形で配置した測量用紅白ポールと水面の交点を補正点として用いた。復元されたモデルよりDSM(Digital Surface Model)を作成した。なお、三角堰近傍は落ち葉などが多く堆積しており、周囲で実測した水深よりかなり浅く、SfM/MVSより復元したDSMには落ち葉の高さや形状が含まれることから、復元精度の評価からは除外した。
【結果及び考察】
薄暮時に撮影した画像は、水面反射が大きく低減し河床の状況を詳細に表現できた。モデルの再現性に関して面的な評価を実施するために、実測値を内挿した値を基準とする一致率[（各モデル水深÷内挿値）×100]を算出した（図）。すなわち、100%で内挿値と一致、それ以上で深く復元、それ以下で浅く復元されているこ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

とを示す。水深20~25cmでDMは46%、TMは73%、水深10~15cmではDMは62%、TMは93%の一致率を示した。

TMはDMに対し高い一致率を示し、簡易的な手法ではあるものの、投光器等を用いた撮影手法は、画像の質を向上させ水深の復元性能を高めることが示唆された。またTMは堆積した落ち葉や枝などが復元されており、細かな河床形状や変化を把握することが可能であった。一方で、両モデルとも水深が増加するに伴い水深の復元性は一様に悪くなった。これは水面における光の屈折などの影響によるものと考えられる。更なる補正、撮影方法については今後の検討課題である。

キーワード：SfM/MVS、水深計測、河床形状
Keywords: SfM/MVS, measurement of water depth, riverbed form



Left: Orthographic Image, Evaluation area (red polygon) and location of GCPs (green dot),
Center: Discrepancy between measured and analysis (DM),
Right: Discrepancy between measured and analysis (TM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ground Penetrating Radar Imaging of Moisture and Water movement in volcanic soil

*Christopher A Gomez[1]

1. Kobe University Faculty of Maritime Sciences Volcanic Risk at Sea Research Group

Ground Penetrating Radar is a non-invasive subsurface method that provides results on the dielectric properties of the ground between 0 and 30 m on average in sediments. Working from sediments from Mt Unzen in Japan, tests over the moisture content and the air content change were conducted on the material in order to infer further data during field measurement. The GPR used in the survey is a Ramac Mala mounted with an antenna of 800 Mhz and a stack signal over time. The data were processed using Matlab using data filtering and time-depth conversion, and calculation of the dielectric properties variations. The signal analysis shows that the velocity does change over time depending on the moisture content and the change in air/void ratio. For a given homogeneous material, like at volcanoes, multiplying such analysis is a step forward the development of relatable tables for various environments.

Keywords: Ground Penetrating Radar, Soil moisture content, Volcanic material

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating Eruptive Volumes of Mud Volcano Southwestern Taiwan by Using UAV and SfM-MVS Photogrammetry

*CHIA-YING LIU[1], Ray Y Chuang[1], Horng-Yue Chen[2]

1. Department of Geography, National Taiwan University, 2. Academia Sinica, Institute of Earth Sciences

Mud volcanoes are special geologic features occurred in tectonic areas with horizontal compression. Complete research for mud volcanos can help us to understand the interaction of the crust and surface. In Taiwan, mud volcanoes are present on-land and off-shore southwestern Taiwan around the transitional area from subduction to orogeny. Among all mud volcanoes in Taiwan, the Wandan mud volcano erupts sporadically with significantly large amount of effluent mud. However, the mechanism of the eruption remains unclear because we lack fundamental information such as eruptive volumes, duration of mud eruption, impact factors and recurrence intervals. Therefore, it is important to estimate the eruptive volumes and further to examine the spatiotemporal pattern of the Wandan mud volcano eruption. We first compile literature and newspapers for historic eruption events to estimate two groups of recurrence interval: 150-180 days for highly active period and 300-600 days for less active period.

Since the sporadic eruption make different for rapid survey by using traditional methods, we take advantage of unmanned aerial vehicles (UAV) to design a survey network specifically. Therefore, we estimate the eruptive volumes of recent eruptions for the Wandan mud volcano by using aerial images taken from UAV, and 3D models derived from the structure-from-motion (SfM) photogrammetry technique. We use RTK-GPS and leveling for horizontal and vertical measurements of ground control point, respectively. We use the SfM software to generate DSMs, point clouds, and orthophotos with cm-level accuracy. We estimate the eruptive volume by subtracting the pre-eruption DSM from the post-eruption DSM. Our results show that for the event on 15 May, 2018, the eruptive area is 12,761 m^2 and the volume is 13,106.3625 ±13.0105m^3.

Keywords: UAS, GNSS, digital surface modeling, control survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Increasing temporal depth of urban Land-Use Regression Models by wind-data driven dynamic buffer generation

*Tilman Leo Hohenberger[1], King Wai Leung[1]

1. Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology

Land-use regression (LUR) models are commonly used as an inexpensive and easy to set-up way to predict spatial variability in air-pollution. They are successfully applied to regional and, more and more, urban settings, making use of spatial predictors such as land-use, vegetation, morphology and geography. New approaches include an improved use of wind-data for buffer-creation and predictor calculation.

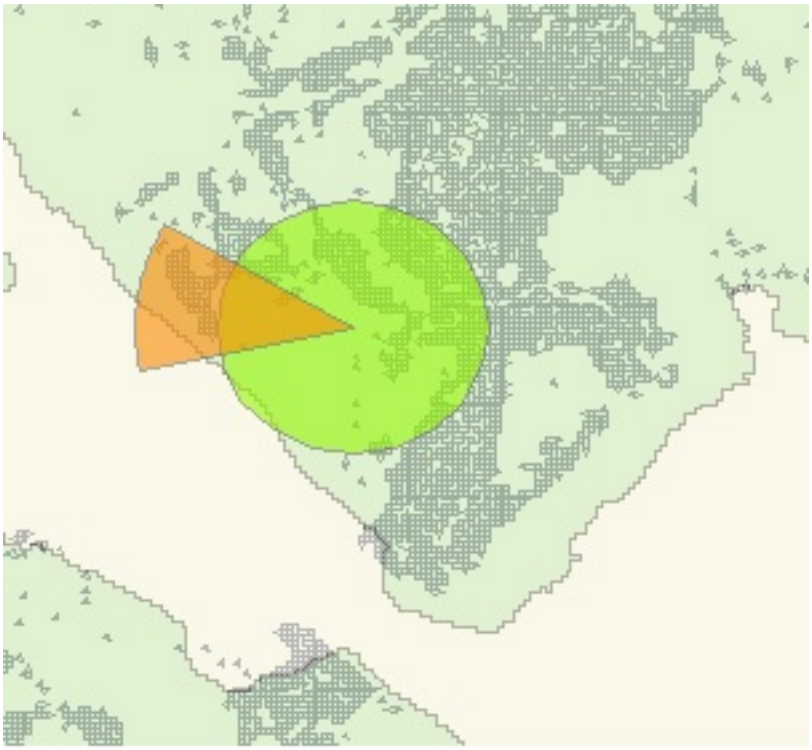
Traditionally, LUR models are used to generate annual or seasonal concentration averages and are not able cover deeper temporal variability. We aim at increasing temporal depth by using a novel approach in generating dynamic buffers for predictor calculation using both monthly wind-speed and wind-direction averages. The traditional circular buffers are replaced by wedges, whose orientation and radius are bound to these meteorological variables.

Here, Hong Kong’ s diverse territory is taken as a study site, and our model is trained with 5 years data from 16 government air quality monitoring stations and deployed portable sensors network. We compare our novel approach to both traditional LUR models and a sophisticated urban chemical transport model (ADMS-Urban).

Results will highlight the opportunities in using LUR models for monthly air-quality pollution concentration as an alternative to chemical transport modelling.

Keywords: Wind, Land Use Regression, Spatial Data, Meteorology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Dynamic and circular LUR buffer in Hong Kong's urban environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-TT47] 人新世における高精細地形・地球物理データの活用

コンビーナ:早川 裕弋(北海道大学地球環境科学研究院)、楠本 成寿(富山大学大学院理工学研究部(都市デザイン学))、Gomez Christopher(神戸大学 海事科学部 海域火山リスク科学研究室)

Recent technical developments of high-definition topographic and geophysical data acquisition have enabled us to further investigate geoscientific issues including land surface processes, subsurface structures, submarine and aerial environments, geo-ecological interactions, and disaster mitigation. Such high-definition or high-resolution data are particularly useful for studies in short-term temporal scales, and future predictions such as numerical modelings. In this session, we expect submissions on topics challenging such issues in the Anthropocene, the most recent geological era of the Earth. A range of topics would fit the session framework, including theoretical work, improvements in data acquisition, extensive data preservation and archiving, pre- and post-processing, statistical analysis, modeling, and simulation for geoscientific research and geohazard assessments in the Anthropocene. The methodological approaches may include, but not limited to, laser scanning, SfM-MVS photogrammetry, GNSS precise positioning, SAR interferometry, multi-beam sonar, and electromagnetic sensors, based on terrestrial (fixed or mobile) and aerial (UAV or manned airborne) platforms.

[MTT47-P01] High-definition topography monitoring after riverbed cultivation in the Echi River, central Japan

*小倉 拓郎[1,2]、淺野 悟史[3]、水野 敏明[3]、東 善広[3]、北井 剛[4]、早川 裕弋[5,6]、飯塚 浩太郎[6] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.北海道大学大学院環境科学院、3.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、4.滋賀県立琵琶湖博物館、5.北海道大学地球環境研究院、6.東京大学空間情報科学研究センター)

[MTT47-P02] **Spatial distribution of land surface displacements in the crater of Tateyama Midagahara Volcano using high-definition topographic data**

*早川 裕弋[1]、楠本 成寿[2]、小倉 拓郎[3,4] (1.北海道大学地球環境科学研究院、2.富山大学大学院理工学研究部、3.東京大学新領域創成科学研究科、4.北海道大学大学院環境科学院)

[MTT47-P03] SfM/MVSを用いた簡易的な河床形状復元および水深評価に関する検討

*大澤 幸太[1]、新里 忠史[2]、三田地 勝昭[3]、川村 淳[1]、大川 真弘[1] (1.三菱マテリアルテクノ株式会社、2.日本原子力研究開発機構、3.エイ・ティ・エス株式会社)

[MTT47-P04] Ground Penetrating Radar Imaging of Moisture and Water movement in volcanic soil

*Christopher A Gomez[1] (1.Kobe University Faculty of Maritime Sciences Volcanic Risk at Sea Research Group)

[MTT47-P05] **Estimating Eruptive Volumes of Mud Volcano Southwestern Taiwan by Using UAV and SfM-MVS Photogrammetry**

*CHIA-YING LIU[1]、Ray Y Chuang[1]、Horng-Yue Chen[2] (1.Department of Geography, National Taiwan University、2.Academia Sinica, Institute of Earth Sciences)

[MTT47-P06] Increasing temporal depth of urban Land-Use Regression Models by wind-data driven dynamic buffer generation

*Tilman Leo Hohenberger[1]、King Wai Leung[1] (1.Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology)

High-definition topography monitoring after riverbed cultivation in the Echi River, central Japan

*小倉 拓郎[1,2]、淺野 悟史[3]、水野 敏明[3]、東 善広[3]、北井 剛[4]、早川 裕弋[5,6]、飯塚 浩太郎[6]
*Takuro Ogura[1,2], Satoshi Asano[3], Toshiaki Mizuno[3], Yoshihiro Azuma[3], Takeshi Kitai[4], Yuichi S Hayakawa[5,6], Kotaro Iizuka[6]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、4. 滋賀県立琵琶湖博物館、5. 北海道大学地球環境研究院、6. 東京大学空間情報科学研究センター
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 3. Lake Biwa Environmental Research Institute , 4. Lake Biwa Museum, 5. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 6. Center for Spatial information Science, The University of Tokyo

Natural processes of erosion and deposition on riverbeds are generally limited in Japan due to large-scale public constructions including dams and banks. As a result of the construction of dams, sediment transport may dramatically decrease in the downstream area are, and the river ecosystem can also be affected. To make sediment move more vigorously, we cultivated the armored gravel riverbed with heavy machinery. We then explore the effects of riverbed cultivating by monitoring the topographic changes with high-frequency and high-definition measurements (HF-HD measurements), whereas conventional measurement technologies do not compensate spatial resolution and temporal resolution to capture the topographic change. Using UAS (Unmanned Aerial Vehicle) and SfM-MVS (Structure-from-Motion –Multi-view Stereo) photogrammetry, we found the transportation of the fixed gravels were occurring after cultivating the riverbed in 2017. The temporal and spatial resolutions of the HF-HD topographic data was approximately 2 months and 10 cm, respectively. In July 2018, water flow at 130 m^3/s was discharged from the upstream dam, and we confirmed that a part of the gravels in the cultivated area was eroded and replaced with new sediments (Fig. 1). These observations indicate that riverbed monitoring using UAV and SfM - MVS can be a practical tool for proper management of riverbeds. Applying this result, we will further clarify the relationships between the water quantity discharged from the dam and the riverbed topographic changes.

キーワード：高精細地形情報、河床耕耘、UAV、SfM多視点ステレオ写真測量、愛知川
Keywords: High-definition topographic data, riverbed cultivation, UAV, SfM-MVS photogrammetry, Echi river

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

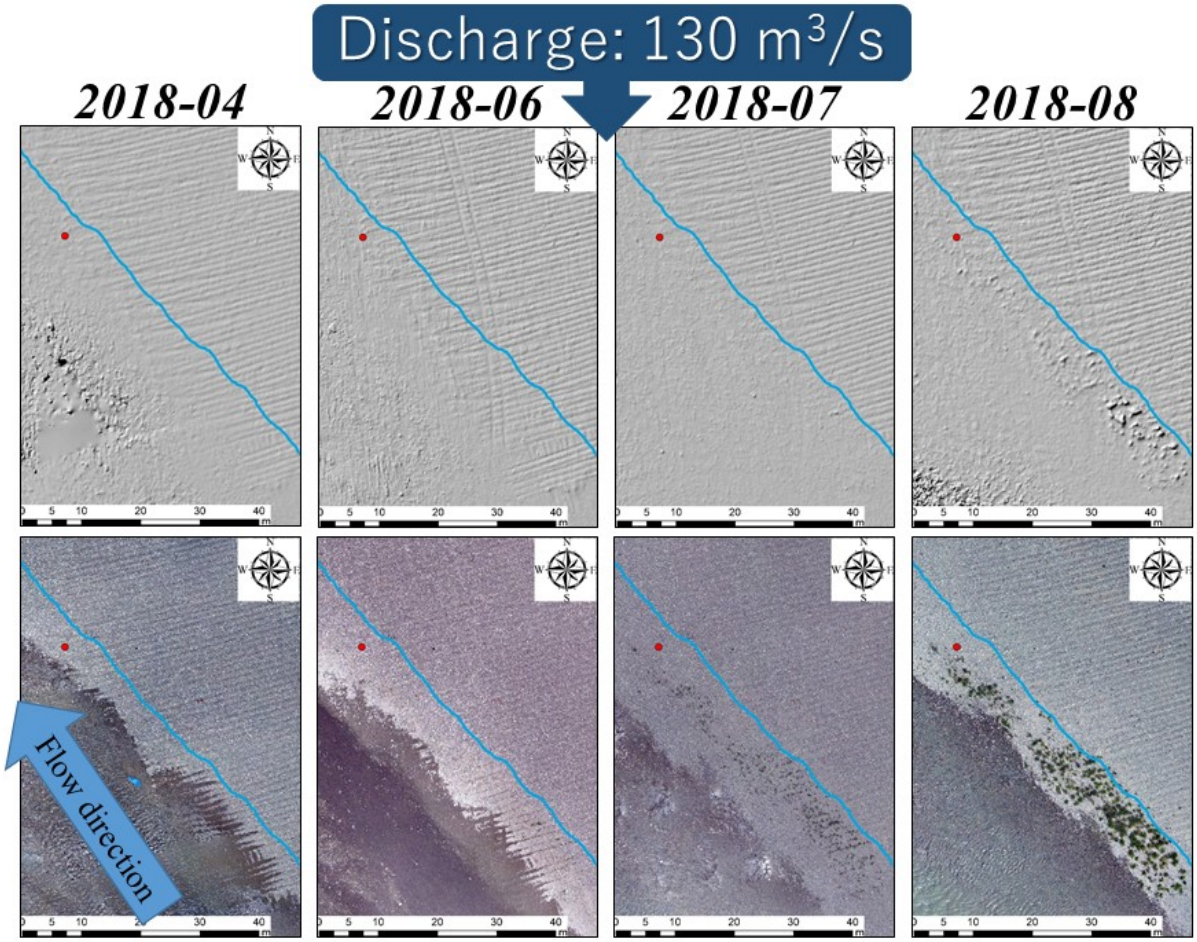


Fig.1. Hillshade images and ortho images of cultivated area.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial distribution of land surface displacements in the crater of Tateyama Midagahara Volcano using high-definition topographic data

*早川 裕弌[1]、楠本 成寿[2]、小倉 拓郎[3,4]
*Yuichi S. Hayakawa[1], Shigekazu Kusumoto[2], Takuro Ogura[3,4]

1. 北海道大学地球環境科学研究院、2. 富山大学大学院理工学研究部、3. 東京大学新領域創成科学研究科、4. 北海道大学大学院環境科学院
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Graduate School of Science and Engineering for Research, University of Toyama, 3. Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 4. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

Detailed monitoring of land surface displacements is crucial for the assessment of activities of a volcano, especially in its crater area. Close-range remote sensing of high-definition topographic data is advantageous in the detection of centimeter-scale ground-surface displacements in a wide spacial extent, whereas the conventional leveling method is capable of detecting millimeter-scale displacements along a measurement line. We investigated the spatial distribution of land surface displacements in the Jigoku-Dani crater area of Mt. Tateyama Midagahara Volcano in Toyama Prefecture, central Japan by high-definition topographic measurements including terrestrial laser scanning and unmanned aerial vehicle-based structure-from-motion photogrammetry. The annual measurements were performed for three years (2015 to 2017). The range of uplift detected by terrestrial laser scanning corresponds with that by leveling. Together with the analytical results of the leveling data, the spatial pattern of the uplift suggests the extent of an underground pressured zone to cause the exhumation. For the prediction of the volcanic activities, further monitoring is required to reveal the spatiotemporal patterns of the displacements.

キーワード：地上レーザ測量、UAS-SfM、点群
Keywords: terrestrial laser scanning, unmanned aerial system structure-from-motion, point cloud

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SfM/MVSを用いた簡易的な河床形状復元および水深評価に関する検討
Study on a simplified measurement of water depth and reconstruction of the riverbed form by using SfM and MVS.

*大澤 幸太[1]、新里 忠史[2]、三田地 勝昭[3]、川村 淳[1]、大川 真弘[1]
*OSAWA KOTA[1], Tadafumi Niizato [2], Katsuaki Mitachi[3], Makoto Kawamura[1], Masahiro Ohkawa[1]

1. 三菱マテリアルテクノ株式会社、2. 日本原子力研究開発機構、3. エイ・ティ・エス株式会社
1. Mitsubishi Materials Techno corporation , 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. ATOM TRANSPORT SERVICE CO., LTD

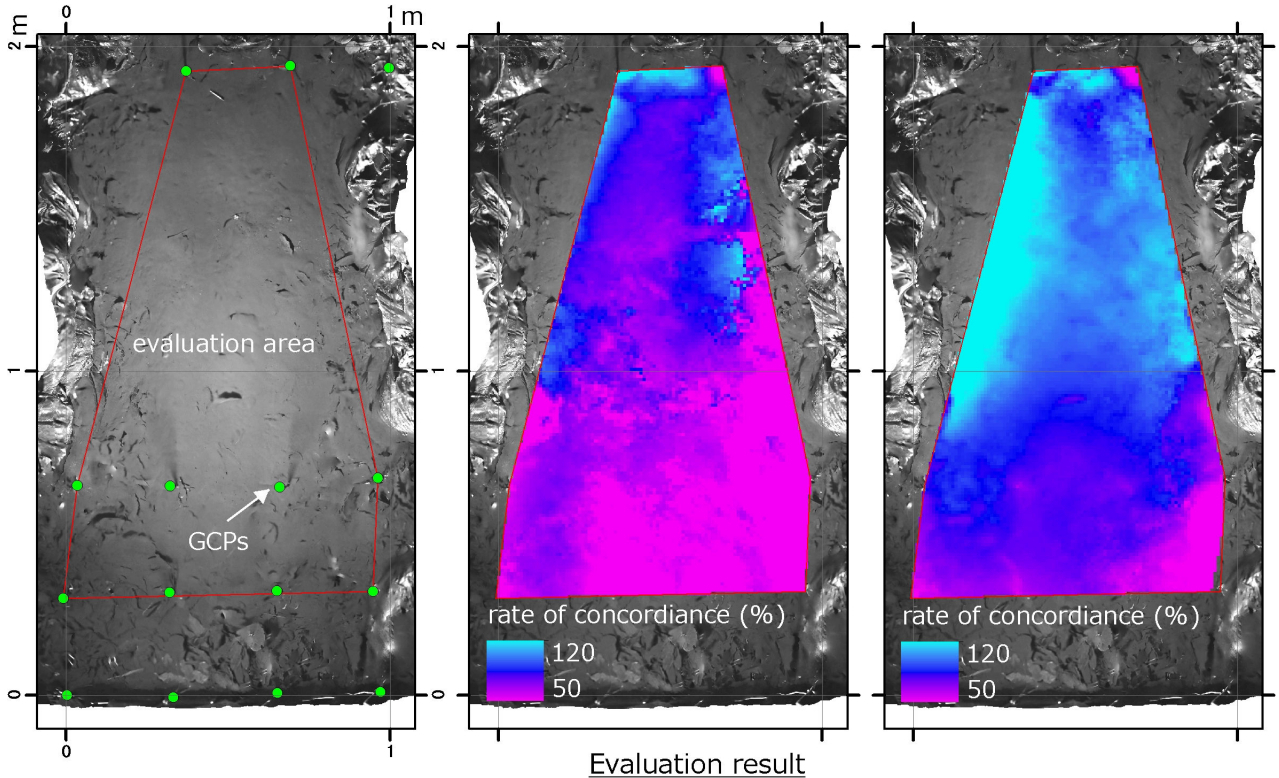
【はじめに】
東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所の事故により山地森林内に沈着した放射性セシウムの林外への移動は、森林斜面から渓流などの小河川に流入した懸濁物による運搬過程が主要であると考えられている。そのため、自然環境中の放射性セシウムの移動や分布の変化を評価するうえで、山地森林内における小河川の河床形状や土砂の堆積量の変化を詳細に把握することは重要である。
小河川の河床における堆積量の変化は、観測開始時に基準水面を設定の上、計測時における基準水面に対する水面の距離と水深から求められる。小流域河川における水深計測方法としてはスタッフやメジャーを用いた直接計測手法が一般的であるが、詳細な河床形状を把握する場合、調査に多くの時間と労力を必要とする。また、近年ではレーザーを用いた高密度で水深を計測する手法もあるが、機器が高価であり、高度な計測技術を要する。そこで、本研究では画像を用いて立体構造を復元することが可能なSfM(Structure from Motion)およびMVS(Multi View Stereo)技術（以降SfM/MVS）を用いて、簡易的、効率的かつ詳細に水深および河床形状を復元することとした。水中で取得した画像や空中から河床を撮影した画像を用いた構造復元の例は少なく、また、本研究同等の小流域河川を対象とした実地検証事例はこれまで報告されていない。本研究では通常の画像撮影方法とあわせて、水面や水中における光の特性を考慮した独自の撮影方法を実験的に採用し、両手法で撮影された画像からSfM/MVSを用いて復元した河床形状と水深について評価した。
【調査対象及び手法】
調査対象は福島県阿武隈山地南部のスギ林内を流下する河道幅1 m程度の小河川である。河道に対し直交方向に三角堰を設置し、土砂を堆積させた。
陸上から水面下を撮影する場合、水面や水中での光の特性が水面下の構造復元に悪影響を与える。特に水深は実際の値より浅くなる傾向がある。そこで本研究では、1)水面反射を考慮し、薄暮において投光機およびサーキュラーPLフィルタ使用した撮影、2)水中での光の減衰を考慮し、光源に市販されている青色フィルムを被せるとともに、RバンドとGバンドを除外する手法を試みた（以下、TM）。一方で、日中に通常の手法により撮影した画像を用いてモデルを復元し（以下、DM）、比較した。なお、調査時には従来手法である1 mm目盛メジャーを用いた水深の計測も実施し、復元精度の評価に使用した。
薄暮時における撮影では265枚、日中は297枚の画像を取得した。それぞれの撮影時間は30分程度である。本研究におけるSfM/MVS処理にはAgisoft社のPhotoScan Professionalを用いた。取得した画像の内部評定の要素補正は同ソフト付随するセルフキャリブレーション機能を用いて行い、復元したモデルの外部評定要素の補正には、対象範囲を内包する形で配置した測量用紅白ポールと水面の交点を補正点として用いた。復元されたモデルよりDSM(Digital Surface Model)を作成した。なお、三角堰近傍は落ち葉などが多く堆積しており、周囲で実測した水深よりかなり浅く、SfM/MVSより復元したDSMには落ち葉の高さや形状が含まれることから、復元精度の評価からは除外した。
【結果及び考察】
薄暮時に撮影した画像は、水面反射が大きく低減し河床の状況を詳細に表現できた。モデルの再現性に関して面的な評価を実施するために、実測値を内挿した値を基準とする一致率[（各モデル水深÷内挿値）×100]を算出した（図）。すなわち、100%で内挿値と一致、それ以上で深く復元、それ以下で浅く復元されているこ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

とを示す。水深20~25cmでDMは46%、TMは73%、水深10~15cmではDMは62%、TMは93%の一致率を示した。

TMはDMに対し高い一致率を示し、簡易的な手法ではあるものの、投光器等を用いた撮影手法は、画像の質を向上させ水深の復元性能を高めることが示唆された。またTMは堆積した落ち葉や枝などが復元されており、細かな河床形状や変化を把握することが可能であった。一方で、両モデルとも水深が増加するに伴い水深の復元性は一様に悪くなった。これは水面における光の屈折などの影響によるものと考えられる。更なる補正、撮影方法については今後の検討課題である。

キーワード：SfM/MVS、水深計測、河床形状
Keywords: SfM/MVS, measurement of water depth, riverbed form



Left: Orthographic Image, Evaluation area (red polygon) and location of GCPs (green dot),
Center: Discrepancy between measured and analysis (DM),
Right: Discrepancy between measured and analysis (TM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ground Penetrating Radar Imaging of Moisture and Water movement in volcanic soil

*Christopher A Gomez[1]

1. Kobe University Faculty of Maritime Sciences Volcanic Risk at Sea Research Group

Ground Penetrating Radar is a non-invasive subsurface method that provides results on the dielectric properties of the ground between 0 and 30 m on average in sediments. Working from sediments from Mt Unzen in Japan, tests over the moisture content and the air content change were conducted on the material in order to infer further data during field measurement. The GPR used in the survey is a Ramac Mala mounted with an antenna of 800 Mhz and a stack signal over time. The data were processed using Matlab using data filtering and time-depth conversion, and calculation of the dielectric properties variations. The signal analysis shows that the velocity does change over time depending on the moisture content and the change in air/void ratio. For a given homogeneous material, like at volcanoes, multiplying such analysis is a step forward the development of relatable tables for various environments.

Keywords: Ground Penetrating Radar, Soil moisture content, Volcanic material

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating Eruptive Volumes of Mud Volcano Southwestern Taiwan by Using UAV and SfM-MVS Photogrammetry

*CHIA-YING LIU[1], Ray Y Chuang[1], Horng-Yue Chen[2]

1. Department of Geography, National Taiwan University, 2. Academia Sinica, Institute of Earth Sciences

Mud volcanoes are special geologic features occurred in tectonic areas with horizontal compression. Complete research for mud volcanos can help us to understand the interaction of the crust and surface. In Taiwan, mud volcanoes are present on-land and off-shore southwestern Taiwan around the transitional area from subduction to orogeny. Among all mud volcanoes in Taiwan, the Wandan mud volcano erupts sporadically with significantly large amount of effluent mud. However, the mechanism of the eruption remains unclear because we lack fundamental information such as eruptive volumes, duration of mud eruption, impact factors and recurrence intervals. Therefore, it is important to estimate the eruptive volumes and further to examine the spatiotemporal pattern of the Wandan mud volcano eruption. We first compile literature and newspapers for historic eruption events to estimate two groups of recurrence interval: 150-180 days for highly active period and 300-600 days for less active period.

Since the sporadic eruption make different for rapid survey by using traditional methods, we take advantage of unmanned aerial vehicles (UAV) to design a survey network specifically. Therefore, we estimate the eruptive volumes of recent eruptions for the Wandan mud volcano by using aerial images taken from UAV, and 3D models derived from the structure-from-motion (SfM) photogrammetry technique. We use RTK-GPS and leveling for horizontal and vertical measurements of ground control point, respectively. We use the SfM software to generate DSMs, point clouds, and orthophotos with cm-level accuracy. We estimate the eruptive volume by subtracting the pre-eruption DSM from the post-eruption DSM. Our results show that for the event on 15 May, 2018, the eruptive area is 12,761 m^2 and the volume is 13,106.3625 ±13.0105m^3.

Keywords: UAS, GNSS, digital surface modeling, control survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Increasing temporal depth of urban Land-Use Regression Models by wind-data driven dynamic buffer generation

*Tilman Leo Hohenberger[1], King Wai Leung[1]

1. Division of Environment and Sustainability, Hong Kong University of Science and Technology

Land-use regression (LUR) models are commonly used as an inexpensive and easy to set-up way to predict spatial variability in air-pollution. They are successfully applied to regional and, more and more, urban settings, making use of spatial predictors such as land-use, vegetation, morphology and geography. New approaches include an improved use of wind-data for buffer-creation and predictor calculation.

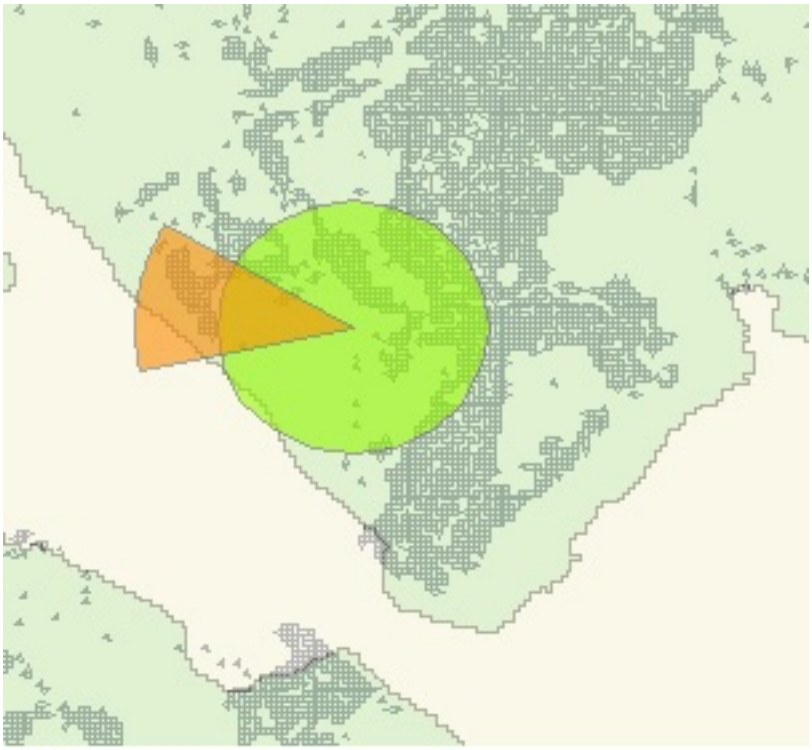
Traditionally, LUR models are used to generate annual or seasonal concentration averages and are not able cover deeper temporal variability. We aim at increasing temporal depth by using a novel approach in generating dynamic buffers for predictor calculation using both monthly wind-speed and wind-direction averages. The traditional circular buffers are replaced by wedges, whose orientation and radius are bound to these meteorological variables.

Here, Hong Kong’ s diverse territory is taken as a study site, and our model is trained with 5 years data from 16 government air quality monitoring stations and deployed portable sensors network. We compare our novel approach to both traditional LUR models and a sophisticated urban chemical transport model (ADMS-Urban).

Results will highlight the opportunities in using LUR models for monthly air-quality pollution concentration as an alternative to chemical transport modelling.

Keywords: Wind, Land Use Regression, Spatial Data, Meteorology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Dynamic and circular LUR buffer in Hong Kong's urban environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-ZZ その他

2019年5月27日(月) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[M-ZZ51] 地球惑星科学の科学史・科学哲学・科学技術社会論

コンビーナ:矢島 道子(日本大学文理学部)、青木 滋之(中央大学文学部)、山田 俊弘(東京大学大学院教育学研究科研究員)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

地球惑星科学の性格づけや、歴史、哲学、社会との関係などを議論する科学論の分野である。具体的な内容として、科学史の分野では、地球惑星科学の歴史や鉱山技術史など、科学哲学では、科学方法論や存在論、概念分析など、科学技術社会論（STS）では、科学コミュニケーション、災害社会学、地球環境問題などを扱う。

[MZZ51-P01] 宇宙論がもたらす「人生の意味」への問い

*青木 滋之[1] (1.会津大学コンピュータ理工学部)

[MZZ51-P02] 層序学における「ステノ革命」再考―『プロドロムス』（1669年）から「人新世」まで

*山田 俊弘[1] (1.東京大学大学院教育学研究科研究員)

[MZZ51-P03] ナウマンはどうやって、日本の地質図を描いたか

*矢島 道子[1] (1.日本大学文理学部)

[MZZ51-P04] 明治期気象観測ネットワーク構築における民間部門の役割

*山本 哲[1] (1.気象庁気象研究所)

[MZZ51-P05] 地質学におけるティコ・ブラーエたち；プレート・テクトニクス革命における折衷モデル

*千葉 淳一[1] (1.大原法律専門学校)

[MZZ51-P06] 松本達郎（1913-2008)の日本におけるプレートテクトニクス・パラダイム転換への貢献

*眞島 英壽[1] (1.明治大学黒耀石研究センター)

[MZZ51-P07] ネット民俗学的アプローチによる2018年草津白根山噴火への社会的反応分析

*山田 耕[1] (1.早稲田大学政治経済学術院)

宇宙論がもたらす「人生の意味」への問い
Cosmic skepticism on meaning of life

*青木 滋之[1]
*Shigeyuki Aoki[1]

1. 会津大学コンピュータ理工学部
1. School of Computer Science and Engineering, University of Aizu

人生ないし生命の意味というものは、色んな次元において語られうる。近年の議論で大多数を占めているのは、個人の人生において、どのような人生の意味を見出しうるか、という議論であり、これは「人生の意味」というよりもむしろ、「人生の中での意味」に相当する。他方、宇宙論や生命科学といったグローバルな次元からすると、一瞬とも言える個体の人生/生命そのものに一体何の意味があるのか、という問い（懐疑論）も成り立つ。この発表では、グローバルな立場からの、個人主義的な「人生の意味」に対する様々なタイプの懐疑論を類型化し、果たして人生の意味という問いはそれぞれの次元で閉じた性質を持つのかどうかを検討したい。

キーワード：地球惑星科学、宇宙論、哲学
Keywords: earth and planetary science, cosmology, philosophy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

層序学における「ステノ革命」再考ー『プロドロムス』（1669年）から「人新世」まで
Rethinking 'Stenonian Revolution' in stratigraphy: From *Prodromus* (1669) to 'Anthropocene'

*山田 俊弘[1]
*Toshihiro Yamada[1]

1. 東京大学大学院教育学研究科研究員
1. Research Fellow, Graduate School of Education, University of Tokyo

1669年にデンマークの解剖学者ニコラウス・ステノ（1638-1686）が『プロドロムスー固体論』を出版したとき、地質学史は層序学上の革命を経験したと言われ、「ステノ革命 Stenonian Revolution」と名づけられている（Herries Davies 1989, グールド 1988）。しかし本研究によれば、「ステノ革命」は単に層序学上の革命にとどまらず、スピノザの仕事が示唆する「自然史」概念の発出やライプニッツの実践が体現する「地権力」の出現を含意していた。本発表ではそういう意味での「ステノ革命」の現代的意義を議論する。

第一に、いわばステノ-スピノザ革命 Steno-Spinozian Revolution というべき側面がある。すでに一昨年の発表で触れたように（山田 2017）、ステノの『プロドロムス』（1669年）は、地殻を構成する物体間に生成の前後関係を読み取る原理を確立したことによって、「地球史」を議論する枠組みを形成した。これは Vaccari (2006) のいう「ステノの遺産 Stenonian Heritage」のイタリアにおける相続により、アルドゥイノの第四紀概念に結実し、19世紀の地質時代整備の礎となる。しかし一方では、ステノ自身がキリスト教年代記の枠組みを放棄していなかったように、近代的な自然史概念の生成には、スピノザの『神学・政治論』（1670年）に見られるような聖書解釈の問題への批判が不可欠であった。ステノの友人であったスピノザの思考を考慮してはじめて「革命」の性格が明確化するのである。
第二に、いわばステノ-ライプニッツ革命 Steno-Leibnizian Revolution と呼ぶべき側面がある。ステノがハノーファーで同僚であったライプニッツは、ステノから影響を受けて『プロトガイア』（1749年）を執筆するが、同時にハルツ山脈の鉱山開発に従事していた（Yamada 2003）。彼は明確に、資源開発を通じて国富を生み出し、産業と学問を発展させることを構想していた。ここには今日問題とされる人為が地球史に関与する時代の認識である「人新世」の問題と共通する意識が見られるのである（Cf. ボヌイユ・フレソズ 2018）。

キーワード：ニコラウス・ステノ、層序学、科学革命
Keywords: Nicolaus Steno, stratigraphy , scientific revolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ナウマンはどうやって、日本の地質図を描いたか
How Edmund Naumann made the Geologic Map of Japan in 1885?

*矢島 道子[1]
*Michiko Yajima[1]

1. 日本大学文理学部
1. College of Humanity and Science, Nihon University

ナウマン（Edmund Naumann 1854-1927）は1875（明治8）年に来日し、東京大学の初代地質学教授をへて、できたばかりの地質調査所技師長として日本の予察地質図を作成し、1885年帰独し、ベルリンで開催された万国地質学会で発表した。それは好評をえたばかりでなく、日本の地質の基本を示し、現在から見ても遜色ない。どうして、短時日でこのようなことができたのだろうか。ナウマンの生涯を追跡して、いくつかを指摘してみる。

・高校・大学の成績があまりよくない。優等生ではない。自分の力をたのみに生きた。

・日本に来る前に日本の地質を少し知っていた。ギュンベルの論文、ウィーンの万国博に日本の庭園が出品されたが、その庭石や出品された石の置物を調べて、ミュンヘン大学の地質学者ギュンベルが日本の地質の予察として小さな論文を出していた。

・日本に来たら職がなかった。鉱山学校の教師として雇用されたのだが、鉱山学校がなくなってしまっていた。それで、金石取調所に勤務した。ナウマンは教育の義務がなく、金石取調所で岩石・鉱物を自由に見て、産出地点をおさえることができた。同所には和田維四郎がいて、地名もわかる。

キーワード：ナウマン、地質図、ギュンベル、万国博覧会
Keywords: Naumann, geologic map, Gümbel, the International Exhibition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

明治期気象観測ネットワーク構築における民間部門の役割
The role of the private sector in the formation of the meteorological observation network of Japan in the nineteenth century

*山本 哲[1]
*Akira Yamamoto[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute

日本気象学会の前身である東京気象学会（1882～）・大日本気象学会（1888～）の会員録には明治期に計３名の女性の名前が認められる。国家気象事業の構築が官営主導で進められていた時代に、彼女らはいずれも民間部門の人物である。彼女らの出自や経歴を追うことで、明治期の気象観測ネットワーク形成過程における民間部門の役割の一端を明らかにする。

キーワード：気象観測ネットワーク、気象学史、野中千代子、頓野キヨ、田邊タミ、国家気象事業
Keywords: meteorological observation network, history of meteorology, NONAKA Chiyoko, TONNO Kiyo, TANABE Tami, national meteorological services

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地質学におけるティコ・ブラーエたち；プレート・テクトニクス革命における折衷モデル

"Thyco Brahe" in the Geology; The Compromise Models on the Plate Tectonics Revolution.

*千葉 淳一[1]
*Jun'ichi Chiba[1]

1. 大原法律専門学校
1. O-hara Business College

科学革命はどのように始まり、どのように進行し、どのように終わるのだろうか。プレート・テクトニクス（PT）革命はクーンが科学革命の概念を提唱した後に起こった直近の科学革命の実例の一つであり、その最中に、多くの地球科学者の内心が変化していく過程を再現することによって、科学革命の「起こり方」を詳細に記述することができるはずである。

泊（2008）は、PT革命を科学史家の立場から詳述した。泊はこの革命に関わった地球科学者を、新理論に接して即時転向した例（上田誠也、中村一明、杉村新など）、頑迷に拒否し続けた例（井尻正二、藤田至則、湊正雄など）、有力者の考え方と学会での勢力に影響されたり怯えさせられたりして受容の表明が遅れたその他多くの地質学者というように描写したが、それは個々の研究者がPT理論を受容していく過程を、彼らが置かれた社会的状況と自らの学術的発表がPTパラダイムに内包された時点との相関によって捉えたのみであって、多くの地球科学者の、PT理論接触前の考え方、PT理論との接触時にそれに対して持った印象、葛藤や相克、内心の転向の過程を描くことはしていない。実際はこの過程は、「虚心坦懐に自然を見ていたので即時受諾」、「旧パラダイム（地向斜理論）に深くとらわれていたので拒否」のような単純な二項対立ではなく、原郁男が表現したように「引き裂かれていた」状態を長く経験した研究者も多くいたはずである。これはPT革命の過程に関して泊が残した宿題となっている。今回著者は、PT理論接触後に地質学者が示した反応の例として、PT理論以前の日本列島構造発達シナリオや造山運動理論との「折衷モデル」について報告する。

1970年代に東京大学理学部地質学第二講座教授であった木村敏雄は地球の表面構造の形成理論としての海洋底拡大説は受容したものの、海溝付近での造山運動に関しては地向斜論を採り続けた。木村の学生であった小川勇二郎は、弧状列島の形成過程のうち、縁海の形成の部分をマントルウェッジの副次的な湧昇流ではなく地向斜で説明するモデルを提唱している。のちに付加体理論を提唱することになる八尾昭は、1970年代には地向斜造山論を否定することなく、スラストと褶曲で堆積物がレンズ化・ブロック化していくモデルを考え始めていた。また、弧状列島の横断方向にマグマ組成の変化を示した研究や、オフィオライト形成（定置）過程の研究で、従来モデルとPTモデルを折衷したと思われる例も散見される。

「折衷モデル」の提案というとご都合主義のように、必ずしもよい印象を与えるものではない。しかし一方で、新理論がこれまでの観察データをどのように説明するのかということに慎重に取り組んだ試行過程の記録ということもできる。これらはPT革命において、コペルニクス革命におけるティコ・ブラーエの働きに比する働きをした研究者が地質学界に少なからず存在することを示すものであり、必ずしも地質学の後進性を示すものとばかりは言えず、むしろ観察事実による基礎付けを重んずる研究伝統を表すものなのではなかろうかと考える。

キーワード：プレートテクトニクス革命、折衷モデル、地質学方法論
Keywords: Plate Tectonics Revolution, Compromise Models, Methodology of Geology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

松本達郎（1913-2008)の日本におけるプレートテクトニクス・パラダイム転換への貢献

Contributions of Tatsuro Matsumoto (1913-2009) to plate tectonics, a signifcant paradigm shift in earth sicence

*眞島 英壽[1]
*Hidehisa Mashima[1]

1. 明治大学黒耀石研究センター
1. Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

海洋拡大説からプレートテクトニクス（PT）理論の成立期である1960年代から1970年代，松本達郎（1913-2009，当時九州大学層序学担当教授)は日本地質学界において指導的立場にあった。日本の層序学分野におけるPT論に伴うパラダイム転換は，地向斜論から付加体論への転換に代表される。松本は，このパラダイム転換に関わる国際・国内シンポジウム議長や国際委員，総合研究代表研究者，論文集編者などを歴任し，日本の地球科学を牽引した。四万十帯付加体論は松本が指導した坂井卓を中心として1970年代後半に構造地質的観点から提案された。中世古らによる放散虫研究を最初に評価したのは，松本が長年指導的立場にあった日本古生物学会である。しかしながら，松本が自らへの称賛を好まなかったこともあり，これらの貢献は忘れ去られ，従来の日本におけるPT受容史研究（泊, 2008)でも紹介されていない。本講演では，1960～1980年代前半の松本のPT論に関わる研究活動を紹介し，松本がPT論を通じた地球科学における相互理解と協力関係の実現のため，最も尽力し行動した人物であることを明らかにする。

キーワード：プレートテクトニクス、松本達郎、パラダイム転換、地向斜、付加体
Keywords: plate tectonics, Tatsuro Matsumoto, paradigm shift, geosyncline, accretional prism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネット民俗学的アプローチによる2018年草津白根山噴火への社会的反応分析
Online Community Responses to Volcanic Disaster: A Study of Yahoo! News Comments on the 2018 Mt. Kusatsu-Shirane eruption

*山田 耕[1]
*Kou Yamada[1]

1. 早稲田大学政治経済学術院
1. Waseda University

This work aims to summarize public real-time reaction to the publication of the news of volcanic disasters by applying a content analysis. On January 23, 2018, there was an unexpected deadly eruption of Mt. Kusatsu-Shirane, located in the Japanese central area. In order to undertake a content analysis of user-generated comments to media coverage related to this volcanic disaster, this work used 'Netnography' which means “a technique for the socio-cultural analysis of social media and online community data” (Kozinets et al. 2014:Netnographic Analysis: Understanding Culture Through Social Media Data, in The SAGE Handbook of Qualitative Data Analysis).

Online social spaces become increasingly acknowledged as important fields for quantitative and qualitative social scientific investigation because of the openness and richness of its multifarious socio-cultural sites. There are approximately 34.1 million active monthly users on Yahoo in 2016 (https://www.netratings.co.jp/news_release/2016/12/Newsrelease20161220.html). Yahoo! News is a news website and one of the most popular news aggregators in Japan. It has received about 4000 articles offered by more than 300 media companies per a day and selectively published socially-minded news from among them. In the case of Mt. Kusatsu-Shirane disaster, a large number of stories were placed on the top page with the highest priority. Therefore, Yahoo! News readers had chances to express their voice about various topics related to the volcanic disaster by posting comments. In Japan, Yahoo! News would play a huge role in shaping online opinion.

A content analysis of reader comments posted in response to twenty-two articles on Yahoo! News site, published in January 2018, was carried out. Then, about 1000 comments are randomly sampled from 4200 comments. Comments that are critical of the measures for the volcanic eruption prediction are most frequently found. A lot of commenters were commenting with experts and the Japan Meteorological Agency in mind. There is a view among commenters that experts and the Japan Meteorological Agency did not work well for the volcanic disaster. This links to the wondering whether the area around the eruption points is really safe. Approximately 10% of comments assert the belief that such accidents would be beyond human control and humans should obey the nature's activities. Moreover, in comments on whether the eruption prediction is possible, a number of comments supporting and opposing the eruption prediction research are almost equal within the error bar. The relationship between citizens and the government/experts can be severely impaired if the crisis communication is mishandled. Conclusively, the result of this study suggests an aspect of examining the public representation of the volcanic disaster. This study reveals that these comments provide any information about the volcanic risk after the Mt.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kusatsu-Shirane eruption and proposes that netnography may prove useful for building effective volcanic risk communication strategies.

キーワード：ネット民俗学、火山防災、内容分析
Keywords: Netnography, Mitigation of volcanic disasters, content analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-ZZ その他

2019年5月27日(月) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-ZZ51] 地球惑星科学の科学史・科学哲学・科学技術社会論

コンビーナ:矢島 道子(日本大学文理学部)、青木 滋之(中央大学文学部)、山田 俊弘(東京大学大学院教育学研究科研究員)、吉田 茂生(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

地球惑星科学の性格づけや、歴史、哲学、社会との関係などを議論する科学論の分野である。具体的な内容として、科学史の分野では、地球惑星科学の歴史や鉱山技術史など、科学哲学では、科学方法論や存在論、概念分析など、科学技術社会論（STS）では、科学コミュニケーション、災害社会学、地球環境問題などを扱う。

[MZZ51-P01] 宇宙論がもたらす「人生の意味」への問い

*青木 滋之[1] (1.会津大学コンピュータ理工学部)

[MZZ51-P02] 層序学における「ステノ革命」再考―『プロドロムス』（1669年）から「人新世」まで

*山田 俊弘[1] (1.東京大学大学院教育学研究科研究員)

[MZZ51-P03] ナウマンはどうやって、日本の地質図を描いたか

*矢島 道子[1] (1.日本大学文理学部)

[MZZ51-P04] 明治期気象観測ネットワーク構築における民間部門の役割

*山本 哲[1] (1.気象庁気象研究所)

[MZZ51-P05] 地質学におけるティコ・ブラーエたち；プレート・テクトニクス革命における折衷モデル

*千葉 淳一[1] (1.大原法律専門学校)

[MZZ51-P06] 松本達郎（1913-2008)の日本におけるプレートテクトニクス・パラダイム転換への貢献

*眞島 英壽[1] (1.明治大学黒耀石研究センター)

[MZZ51-P07] ネット民俗学的アプローチによる2018年草津白根山噴火への社会的反応分析

*山田 耕[1] (1.早稲田大学政治経済学術院)

宇宙論がもたらす「人生の意味」への問い
Cosmic skepticism on meaning of life

*青木 滋之[1]
*Shigeyuki Aoki[1]

1. 会津大学コンピュータ理工学部
1. School of Computer Science and Engineering, University of Aizu

人生ないし生命の意味というものは、色んな次元において語られうる。近年の議論で大多数を占めているのは、個人の人生において、どのような人生の意味を見出しうるか、という議論であり、これは「人生の意味」というよりもむしろ、「人生の中での意味」に相当する。他方、宇宙論や生命科学といったグローバルな次元からすると、一瞬とも言える個体の人生/生命そのものに一体何の意味があるのか、という問い（懐疑論）も成り立つ。この発表では、グローバルな立場からの、個人主義的な「人生の意味」に対する様々なタイプの懐疑論を類型化し、果たして人生の意味という問いはそれぞれの次元で閉じた性質を持つのかどうかを検討したい。

キーワード：地球惑星科学、宇宙論、哲学
Keywords: earth and planetary science, cosmology, philosophy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

層序学における「ステノ革命」再考ー『プロドロムス』（1669年）から「人新世」まで
Rethinking 'Stenonian Revolution' in stratigraphy: From *Prodromus* (1669) to 'Anthropocene'

*山田 俊弘[1]
*Toshihiro Yamada[1]

1. 東京大学大学院教育学研究科研究員
1. Research Fellow, Graduate School of Education, University of Tokyo

1669年にデンマークの解剖学者ニコラウス・ステノ（1638-1686）が『プロドロムスー固体論』を出版したとき、地質学史は層序学上の革命を経験したと言われ、「ステノ革命 Stenonian Revolution」と名づけられている（Herries Davies 1989, グールド 1988）。しかし本研究によれば、「ステノ革命」は単に層序学上の革命にとどまらず、スピノザの仕事が示唆する「自然史」概念の発出やライプニッツの実践が体現する「地権力」の出現を含意していた。本発表ではそういう意味での「ステノ革命」の現代的意義を議論する。

第一に、いわばステノ-スピノザ革命 Steno-Spinozian Revolution というべき側面がある。すでに一昨年の発表で触れたように（山田 2017）、ステノの『プロドロムス』（1669年）は、地殻を構成する物体間に生成の前後関係を読み取る原理を確立したことによって、「地球史」を議論する枠組みを形成した。これは Vaccari (2006) のいう「ステノの遺産 Stenonian Heritage」のイタリアにおける相続により、アルドゥイノの第四紀概念に結実し、19世紀の地質時代整備の礎となる。しかし一方では、ステノ自身がキリスト教年代記の枠組みを放棄していなかったように、近代的な自然史概念の生成には、スピノザの『神学・政治論』（1670年）に見られるような聖書解釈の問題への批判が不可欠であった。ステノの友人であったスピノザの思考を考慮してはじめて「革命」の性格が明確化するのである。
第二に、いわばステノ-ライプニッツ革命 Steno-Leibnizian Revolution と呼ぶべき側面がある。ステノがハノーファーで同僚であったライプニッツは、ステノから影響を受けて『プロトガイア』（1749年）を執筆するが、同時にハルツ山脈の鉱山開発に従事していた（Yamada 2003）。彼は明確に、資源開発を通じて国富を生み出し、産業と学問を発展させることを構想していた。ここには今日問題とされる人為が地球史に関与する時代の認識である「人新世」の問題と共通する意識が見られるのである（Cf. ボヌイユ・フレソズ 2018）。

キーワード：ニコラウス・ステノ、層序学、科学革命
Keywords: Nicolaus Steno, stratigraphy , scientific revolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ナウマンはどうやって、日本の地質図を描いたか
How Edmund Naumann made the Geologic Map of Japan in 1885?

*矢島 道子[1]
*Michiko Yajima[1]

1. 日本大学文理学部
1. College of Humanity and Science, Nihon University

ナウマン（Edmund Naumann 1854-1927）は1875（明治8）年に来日し、東京大学の初代地質学教授をへて、できたばかりの地質調査所技師長として日本の予察地質図を作成し、1885年帰独し、ベルリンで開催された万国地質学会で発表した。それは好評をえたばかりでなく、日本の地質の基本を示し、現在から見ても遜色ない。どうして、短時日でこのようなことができたのだろうか。ナウマンの生涯を追跡して、いくつかを指摘してみる。

・高校・大学の成績があまりよくない。優等生ではない。自分の力をたのみに生きた。

・日本に来る前に日本の地質を少し知っていた。ギュンベルの論文、ウィーンの万国博に日本の庭園が出品されたが、その庭石や出品された石の置物を調べて、ミュンヘン大学の地質学者ギュンベルが日本の地質の予察として小さな論文を出していた。

・日本に来たら職がなかった。鉱山学校の教師として雇用されたのだが、鉱山学校がなくなってしまっていた。それで、金石取調所に勤務した。ナウマンは教育の義務がなく、金石取調所で岩石・鉱物を自由に見て、産出地点をおさえることができた。同所には和田維四郎がいて、地名もわかる。

キーワード：ナウマン、地質図、ギュンベル、万国博覧会
Keywords: Naumann, geologic map, Gümbel, the International Exhibition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

明治期気象観測ネットワーク構築における民間部門の役割
The role of the private sector in the formation of the meteorological observation network of Japan in the nineteenth century

*山本 哲[1]
*Akira Yamamoto[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute

日本気象学会の前身である東京気象学会（1882～）・大日本気象学会（1888～）の会員録には明治期に計３名の女性の名前が認められる。国家気象事業の構築が官営主導で進められていた時代に、彼女らはいずれも民間部門の人物である。彼女らの出自や経歴を追うことで、明治期の気象観測ネットワーク形成過程における民間部門の役割の一端を明らかにする。

キーワード：気象観測ネットワーク、気象学史、野中千代子、頓野キヨ、田邊タミ、国家気象事業
Keywords: meteorological observation network, history of meteorology, NONAKA Chiyoko, TONNO Kiyo, TANABE Tami, national meteorological services

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地質学におけるティコ・ブラーエたち；プレート・テクトニクス革命における折衷モデル

"Thyco Brahe" in the Geology; The Compromise Models on the Plate Tectonics Revolution.

*千葉 淳一[1]
*Jun'ichi Chiba[1]

1. 大原法律専門学校
1. O-hara Business College

科学革命はどのように始まり、どのように進行し、どのように終わるのだろうか。プレート・テクトニクス（PT）革命はクーンが科学革命の概念を提唱した後に起こった直近の科学革命の実例の一つであり、その最中に、多くの地球科学者の内心が変化していく過程を再現することによって、科学革命の「起こり方」を詳細に記述することができるはずである。

泊（2008）は、PT革命を科学史家の立場から詳述した。泊はこの革命に関わった地球科学者を、新理論に接して即時転向した例（上田誠也、中村一明、杉村新など）、頑迷に拒否し続けた例（井尻正二、藤田至則、湊正雄など）、有力者の考え方と学会での勢力に影響されたり怯えさせられたりして受容の表明が遅れたその他多くの地質学者というように描写したが、それは個々の研究者がPT理論を受容していく過程を、彼らが置かれた社会的状況と自らの学術的発表がPTパラダイムに内包された時点との相関によって捉えたのみであって、多くの地球科学者の、PT理論接触前の考え方、PT理論との接触時にそれに対して持った印象、葛藤や相克、内心の転向の過程を描くことはしていない。実際はこの過程は、「虚心坦懐に自然を見ていたので即時受諾」、「旧パラダイム（地向斜理論）に深くとらわれていたので拒否」のような単純な二項対立ではなく、原郁男が表現したように「引き裂かれていた」状態を長く経験した研究者も多くいたはずである。これはPT革命の過程に関して泊が残した宿題となっている。今回著者は、PT理論接触後に地質学者が示した反応の例として、PT理論以前の日本列島構造発達シナリオや造山運動理論との「折衷モデル」について報告する。

1970年代に東京大学理学部地質学第二講座教授であった木村敏雄は地球の表面構造の形成理論としての海洋底拡大説は受容したものの、海溝付近での造山運動に関しては地向斜論を採り続けた。木村の学生であった小川勇二郎は、弧状列島の形成過程のうち、縁海の形成の部分をマントルウェッジの副次的な湧昇流ではなく地向斜で説明するモデルを提唱している。のちに付加体理論を提唱することになる八尾昭は、1970年代には地向斜造山論を否定することなく、スラストと褶曲で堆積物がレンズ化・ブロック化していくモデルを考え始めていた。また、弧状列島の横断方向にマグマ組成の変化を示した研究や、オフィオライト形成（定置）過程の研究で、従来モデルとPTモデルを折衷したと思われる例も散見される。

「折衷モデル」の提案というとご都合主義のように、必ずしもよい印象を与えるものではない。しかし一方で、新理論がこれまでの観察データをどのように説明するのかということに慎重に取り組んだ試行過程の記録ということもできる。これらはPT革命において、コペルニクス革命におけるティコ・ブラーエの働きに比する働きをした研究者が地質学界に少なからず存在することを示すものであり、必ずしも地質学の後進性を示すものとばかりは言えず、むしろ観察事実による基礎付けを重んずる研究伝統を表すものなのではなかろうかと考える。

キーワード：プレートテクトニクス革命、折衷モデル、地質学方法論
Keywords: Plate Tectonics Revolution, Compromise Models, Methodology of Geology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

松本達郎（1913-2008)の日本におけるプレートテクトニクス・パラダイム転換への貢献

Contributions of Tatsuro Matsumoto (1913-2009) to plate tectonics, a signifcant paradigm shift in earth sicence

*眞島 英壽[1]
*Hidehisa Mashima[1]

1. 明治大学黒耀石研究センター
1. Center for Obsidian and Lithic Studies, Meiji University

海洋拡大説からプレートテクトニクス（PT）理論の成立期である1960年代から1970年代，松本達郎（1913-2009，当時九州大学層序学担当教授)は日本地質学界において指導的立場にあった。日本の層序学分野におけるPT論に伴うパラダイム転換は，地向斜論から付加体論への転換に代表される。松本は，このパラダイム転換に関わる国際・国内シンポジウム議長や国際委員，総合研究代表研究者，論文集編者などを歴任し，日本の地球科学を牽引した。四万十帯付加体論は松本が指導した坂井卓を中心として1970年代後半に構造地質的観点から提案された。中世古らによる放散虫研究を最初に評価したのは，松本が長年指導的立場にあった日本古生物学会である。しかしながら，松本が自らへの称賛を好まなかったこともあり，これらの貢献は忘れ去られ，従来の日本におけるPT受容史研究（泊, 2008)でも紹介されていない。本講演では，1960～1980年代前半の松本のPT論に関わる研究活動を紹介し，松本がPT論を通じた地球科学における相互理解と協力関係の実現のため，最も尽力し行動した人物であることを明らかにする。

キーワード：プレートテクトニクス、松本達郎、パラダイム転換、地向斜、付加体
Keywords: plate tectonics, Tatsuro Matsumoto, paradigm shift, geosyncline, accretional prism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ネット民俗学的アプローチによる2018年草津白根山噴火への社会的反応分析
Online Community Responses to Volcanic Disaster: A Study of Yahoo! News Comments on the 2018 Mt. Kusatsu-Shirane eruption

*山田 耕[1]
*Kou Yamada[1]

1. 早稲田大学政治経済学術院
1. Waseda University

This work aims to summarize public real-time reaction to the publication of the news of volcanic disasters by applying a content analysis. On January 23, 2018, there was an unexpected deadly eruption of Mt. Kusatsu-Shirane, located in the Japanese central area. In order to undertake a content analysis of user-generated comments to media coverage related to this volcanic disaster, this work used 'Netnography' which means “a technique for the socio-cultural analysis of social media and online community data” (Kozinets et al. 2014:Netnographic Analysis: Understanding Culture Through Social Media Data, in The SAGE Handbook of Qualitative Data Analysis).

Online social spaces become increasingly acknowledged as important fields for quantitative and qualitative social scientific investigation because of the openness and richness of its multifarious socio-cultural sites. There are approximately 34.1 million active monthly users on Yahoo in 2016 (https://www.netratings.co.jp/news_release/2016/12/Newsrelease20161220.html). Yahoo! News is a news website and one of the most popular news aggregators in Japan. It has received about 4000 articles offered by more than 300 media companies per a day and selectively published socially-minded news from among them. In the case of Mt. Kusatsu-Shirane disaster, a large number of stories were placed on the top page with the highest priority. Therefore, Yahoo! News readers had chances to express their voice about various topics related to the volcanic disaster by posting comments. In Japan, Yahoo! News would play a huge role in shaping online opinion.

A content analysis of reader comments posted in response to twenty-two articles on Yahoo! News site, published in January 2018, was carried out. Then, about 1000 comments are randomly sampled from 4200 comments. Comments that are critical of the measures for the volcanic eruption prediction are most frequently found. A lot of commenters were commenting with experts and the Japan Meteorological Agency in mind. There is a view among commenters that experts and the Japan Meteorological Agency did not work well for the volcanic disaster. This links to the wondering whether the area around the eruption points is really safe. Approximately 10% of comments assert the belief that such accidents would be beyond human control and humans should obey the nature's activities. Moreover, in comments on whether the eruption prediction is possible, a number of comments supporting and opposing the eruption prediction research are almost equal within the error bar. The relationship between citizens and the government/experts can be severely impaired if the crisis communication is mishandled. Conclusively, the result of this study suggests an aspect of examining the public representation of the volcanic disaster. This study reveals that these comments provide any information about the volcanic risk after the Mt.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kusatsu-Shirane eruption and proposes that netnography may prove useful for building effective volcanic risk communication strategies.

キーワード：ネット民俗学、火山防災、内容分析
Keywords: Netnography, Mitigation of volcanic disasters, content analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.