2019年5月30日(木)

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

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

[P-PS08] 月の科学と探査

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

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

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

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

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

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

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

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

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

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

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

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

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

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-PS08] 月の科学と探査

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

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

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

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

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

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

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

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

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

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

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

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

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

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-EM16] 大気圏・電離圏

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

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

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

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

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

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

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

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

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

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

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

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

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

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

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-EM16] 大気圏・電離圏

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

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

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

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

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

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

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

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

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

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

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

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

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

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

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[A-AS04] 大気化学

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

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

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

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

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

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

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

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

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

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[A-AS04] 大気化学

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

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

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

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

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

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

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

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

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

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

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

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

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

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

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

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 栄[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

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

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

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 荣[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

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

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

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

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

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

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

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] **EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS**

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

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

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

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

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

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

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

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

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定

★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

[SGL27-P11] Reestablishment of the Mesozoic and Cenozoic Stratigraphic Events of the Fergana Basin, Uzbekistan

*OTABEK ANVAROV[1]、久田 健一郎[1]、丸岡 照幸[1]、黒田 潤一郎[2]、Sherzod Makhmudov[3] (1.筑波大学、2.東京大学大気海洋研究所、3.State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定

★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] Parametric time series – video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] Parametric time series – video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡﨑 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_28

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡﨑 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_29

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_30

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_32

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_33

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

発表キャンセル

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世〜更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期〜完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_46

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

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

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-PS08] 月の科学と探査

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

2019年に月周回衛星「かぐや（SELENE）」は、観測終了から10年を迎える。かぐやによる月の物理・化学・地質データは、世界的にも月科学における基準データとなった。また、その後のLRO、GRAIL、LADEEやChang'e3といった海外ミッションも新たな成果を生み出している。現在、日本を含め世界各国では、着陸探査やサンプルリターン計画を含めた次期月探査計画の検討が精力的に進められている。本セッションでは新しい月科学の構築に向けて、月探査データを用いた研究成果の報告、SLIM計画を含む将来の月探査計画に関する議論、今後の探査データの解析に向けた提案、関連する理論や実験，試料分析の結果、搭載機器開発など、月科学に関する発表を広く受け入れる。

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

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

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

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

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

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

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

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

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

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

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

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

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ
Estimation of lava tube cave height below the vertical hole from the surface topography of the Moon

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに] 米国のLROのデータによって作られた月面図LROC Quick Map(1)から縦孔近傍表面およびリルの傾斜率(sinα)を読み取り、その下にあると想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さを推定した。春山らの発見したMarius Hills Hole(MHH), Mare Tranquillitatis Hole(MTH), Mare Ingenii Hole(MIH)(2-5),さらにLacus Mortisの縦孔(6,7),Chandrayaan-1発見のリル構造(8),およびSinus Iridum Pit(9)ついても検討した。溶岩の流れの方向が不明なものは周りの傾斜角度が最も高い角度を示す方向を用いた。空洞高さはチューブ内の溶岩（ビンガム流体）流動限界条件H=nfb/(ρgsinα) より求めた(10-12),ここでn=4でHは円形断面チューブ高さ、n=3でHは有限幅矩形断面チューブ高さ、n=2でHは無限幅矩形断面チューブ高さを示す。ここで、重力加速度g=1.62m/sec^2, 溶岩密度ρ=2500kg/m^{3}とし、降伏値はfb=100Pa および200Paを用いた(13)。**[Marius Hills Hole(MHH)]** MHHは直径57ｍx48m,深さ48ｍ,天井厚さ31m,空洞高さ17mである。 MHHの存在する近傍のリル表面の傾斜角度を0.28度から0.69度の範囲にあると考え、溶岩降伏値100Pa~200Paでチューブ高さを求めた。有限幅矩形断面チューブに対して100Paでは高さ15.4mとなり、MHHの空洞高さ17mに近い値を示している。**[Mare Tranquillitatis Hole(MTH)]** MTHは直径99mx84m,深さ107ｍ,天井厚さ47m,空洞高さ60mである。 MTH近傍の傾斜角度で最も高い方向の傾斜角度0.62度を用いた。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで6.7m~13.5mとなり、空洞高さ60mと比べて小さい。チューブの傾斜角度はもっと低い可能性がある。**[Mare Ingenii Hole(MIH)]** MIHは直径103mx66m,深さ37~63mである。MIH周りの方向で最も高い傾斜角度0.21度を使う。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで20m~40mとなり、縦孔深さ37~63mであるので天井厚さは20m程度とみられる。**[Lacus Mortisの縦孔]** Lacus Mortisの縦孔は直径60mx100m,深さ114mである。縦孔周りの方向で最も高い傾斜角度は1.2度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで3.7m~7.4mとなり、縦孔深さ114mであるので天井厚さはかなり厚いとみられる。**[Chandrayaan-1発見のリル]** リル中央部の未崩落部分の傾斜角度は0.93度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで4.6m~9.2mとなる。未崩落部分の両端のリル深さは8m~17mであることを考えるとリルの未崩壊天井の下に空洞が存在するとすれば天井厚さは極めて薄いとみられる。**[Sinus Iridum Pit]** Sinus Iridum Pitは直径70mx30m,深さ20mである。Sinus Iridum Pit周りの方向で最大の傾斜角度は0.83度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで5.1m~10.2mとなる。天井厚さは10m~15m程度であろう。

[おわりに]溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値のまとめを表１に示す。溶岩チューブ洞窟があるとしてその空洞高さをLROC Quick Mapから表面の傾斜率を求めて推定した。溶岩チューブ洞窟存在策定の目安になると考えられる。ただし、チューブ形成後の地殻変動などにより、表面下の実際の溶岩チューブの傾斜率と異なる可能性はある。推定された空洞高さはあくまでも目安でありさらなる詳細な検討と探査による実証が期待される。

参考文献：(1)LROC Quick Map:https://quickmap.lroc.asu.edu/.**(2)**Haruyama J, et al., (2009):Geophys.Res.Lett.36,L21206.**(3)**Haruyama J, et al.,(2010):41st LPS Conf. 1285.**(4)**Haruyama,J.et al,(2012):Moon,Chap6,pp139-163,Springer.**(5)**Robinson MS, et al.,(2012):Planet.Space Sci.69,18–27.**(6)** Wagner RV, Robinson MS,(2014):Icarus 237,52-60.**(7)**Ik-Seon Hong,et al.,(2015):J.Astron.Space Sci.32(2),113-120.**(8)**A.S.Arya,et al(2010):41st LPS Conf.,1484.**(9)** R.V.Wagner et al.,(2015):2nd International Planetary Caves Conf.,9021.pdf.**(10)**本多力(2015):第59回宇宙科学技術連合講演会,3D02.**(11)**

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本多力(2017):第61回宇宙科学技術連合講演会,1B11.(12)本多力(2018):第62回宇宙科学技術連合講演会,3D02.(13)Moore,H.J.et al.,(1975):Proc.6th Lunar Science Conf.,p101-118.

キーワード：月、縦孔、溶岩チューブ
Keywords: Moon, pit, lava tube

表１　縦孔/Rille下に想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値

縦孔/Rille	降伏値: fb	傾斜率:sinα	傾斜角度: α	円形断面チューブ高さ: H=4fb/(ρgsinα)	有限幅矩形断面チューブ高さ: H=3fb/(ρgsinα)	無限幅矩形断面チューブ高さ: H=2fb/(ρgsinα)
Marius Hills Hole(MHH) 直径57mx48m,深さ48m, 天井厚さ31m, 空洞高さ17m	100Pa	0.0128	0.78°	7.7m	5.8m	3.9m
	200Pa	0.0128	0.78°	15.4m	11.6m	7.7m
	100Pa	0.0048	0.28°	20.6m	15.4m	10.3m
	200Pa	0.0048	0.28°	41.2m	30.9m	20.6m
Mare Tranquillitatis Hole (MTH) 直径99mx84m, 深さ107m,天井厚さ47m, 空洞高さ60m	100Pa	0.0110	0.62°	9.0m	6.7m	4.5m
	200Pa	0.0110	0.62°	18.0m	13.5m	9.0m
Mare Ingenii Hole(MIH) 直径103mx66m, 深さ37m~63m	100Pa	0.0037	0.21°	26.7m	20m	13.3m
	200Pa	0.0037	0.21°	53.4m	40m	26.7m
Lacus Mortis Pit 直径60mx100m, 深さ114m	100Pa	0.0201	1.2°	4.9m	3.7m	2.5m
	200Pa	0.0201	1.2°	9.8m	7.4m	4.9m
Rille found by Chandrayaan-I 深さ8m~17m	100Pa	0.0162	0.93°	6.1m	4.6m	3.1m
	200Pa	0.0162	0.93°	12.2m	9.2m	6.2m
Sinus Iridum Pit 直径70mx30m, 深さ20m	100Pa	0.0145	0.83°	6.8m	5.1m	3.4m
	200Pa	0.0145	0.83°	13.6m	10.2m	6.8m

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査
Detecting mare basalts intruded into the crust on the early Moon

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3]
*Ayame Ikeda[1], Tomokatsu Morota[2], Hiroshi Nagaoka[3]

1. 名古屋大学理学部地球惑星科学科、2. 名古屋大学大学院環境学研究科、3. 宇宙航空研究開発機構
1. Department of Science, Nagoya University, 2. Graduate School of Enviromental Studies, Nagoya University, 3. Japan Aerospace Exploration Agency

アポロ計画で持ち帰られた月の玄武岩試料の年代分析から, 月のマグマ活動は39–30億年前に活発であったと考えられている[e.g., Nyquist and Shih, 1992]. 一方で, 月隕石に含まれる角礫化した玄武岩片の年代が43億年前と見積もられ [Terada et al., 2007], このことは39億年前以前もマグマ活動があったことを示している. また, 米探査機GRAILによって得られた精密な重力異常データから, 地殻に貫入したマグマが原因と考えられる線状の高重力異常が全球的に発見され [Andrews-Hanna et al., 2013], それらの形成年代は盆地形成と同時期かそれよりも前と見積もられることからも [Sawada et al., 2016], 太古にマグマ活動があったことは確実視されている. しかしながら, 盆地形成以前のマグマの大部分は表面に噴出していないと考えられるため, 古い時代のマグマ活動の規模や時間変化は未解明である. そこで本研究では古い時代の海のマグマ活動の規模を知るために盆地形成以前の玄武岩を月表面で探索するとともにその量の推定を行うことを目的とする.

本研究では月表面の衝突盆地 (直径300 km以上の衝突クレータ) のリング地形に着目した. 衝突盆地のリング地形は盆地形成時に掘削された地殻物質が堆積した地形である. よって, 盆地形成時までに地殻に貫入したマグマの記録をよく保持していると期待される. 本研究では地殻をすべて掘削したと考えられているCrisium盆地のリングを研究対象とする.

月周回衛星「かぐや」搭載の地形カメラとマルチバンドイメージャによって得られた地形データと分光画像データを使用し, 複数の指標を用いた多段階の玄武岩探索を行う. 一般に月の玄武岩は15 wt%以上のFeO量を持ち, 高Ca輝石を主要成分とするため, 950 nmから長波長側に広がった吸収スペクトルを示す. この特徴を利用して, まず宇宙風化度指標OMATによる新鮮領域の抽出を行い, さらに高FeO量領域を抽出した上で, 950 nmでの吸収深さに対する1050 nm, 1250 nmでの吸収深さが相対的に高い領域を玄武岩と判定した.

Crisium盆地のリング上の新鮮領域における平均FeO量は6.75 wt% であった. また, 玄武岩の占有面積はリング全域に対して1.3×10^{-3} %と明らかに小さいことから, Crisium形成以前に大規模なマグマ貫入が起こっていたとは考えにくい. しかしリングの複数の領域で小規模ながら玄武岩質組成を持つ領域が見つかった. 発見された領域は数百mサイズのクレータに対応しており, 周囲からの飛来物ではなく, リングの構成岩石を掘削したものと考えられる. このことはCrisium盆地形成以前にマグマ活動が起こっていたことを示す.
次に, Crisium形成以前と以後のマグマ活動度の比較を行った. 地殻形成から盆地形成までの期間と, 盆地形成から海の形成終了までの経過時間は共に約5 億年と見積もられることから, 両者のマグマ活動度は体積によって比較可能である. リング表面で観測された平均のFeO量と玄武岩の占有面積から, 玄武岩の構成割合の上限は, 1.4 %と見積もられ, 貫入した玄武岩の総体積の上限は1.2×10^{4} km^3 と推定される. 一方で, 盆地形成後にMare Crisiumをつくったマグマの体積は2.0×10^{5}–7.2×10^{5} km^3 [Mulis et al., 1992; Solomon and Head, 1980] と見積もられることから, この領域での盆地形成前のマグマ活動は海が形成された時代 (40–35億年前) のマグマ活動より小規模であった可能性が示唆される.

キーワード：月、クリシウム盆地、海の玄武岩
Keywords: the Moon, Crisium basin, Mare basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布
Distribution of major minerals around the Crisium and Moscoviense basins of the Moon revealed by SELENE Multiband Imager

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3]
Yuji Agatsuma[1], *Naru Hirata[1], Satoru Yamamoto[2], Makiko Ohtake[3]

1. 会津大学　コンピュータ理工学部、2. 宇宙システム開発利用推進機構、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系
1. Dep. of Computer Science and Engineering, Univ. of Aizu, 2. J-spacesystems, 3. Department of Planetary Science, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

月地殻とマントルを構成している主要鉱物であるカンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石が月表層にどのように分布しているかは、月内部の鉛直構造や、その地域差の有無を知る手がかりとなる。リモートセンシングによって取得されたスペクトルデータを用い、各鉱物に特徴的な吸収が存在する場所を探索するというアプローチは有力な方法であり、これまでいくつかの成果が報告されている（カンラン石: Yamaoto+, 2010; 斜長石: Yamamoto+, 2012; HCP: Yamamoto+, 2015; LCP: Nakamura+, 2012）。前記の先行研究は、月探査機かぐやに搭載されたSPのデータを用いたものである。SPは高い波長分解能をもち、点分光器であるため空間解像度は500 m程度であり、観測点も月全球を覆ってはいるが稠密ではない。

本研究では、同じくかぐやに搭載されたマルチバンドイメージャ(MI)のマルチバンド画像を用いて先行研究と同様の鉱物スペクトルのサーベイを試みた。MIはイメージャであり、高い空間分解能（可視域20 m、近赤外域60 m）を持つとともに、全球をほぼ完全に覆う観測を実施している（全球データセットの名目分解能14 m/pixel）。このため、各鉱物の吸収特徴を示す露頭の分布を先行研究より明瞭に示すことが可能である。一方、MIは可視域から近赤外域の9バンド8波長のみを観測しているため、波長方向の情報量はSPより劣る。そこで、先行研究で報告されている各鉱物の露頭のSPによるスペクトルをテンプレートとして、これにマッチする吸収形状と吸収深さを示す地点をサーベイすることとした。今回対象としたのは、Crisium盆地及びMoscoviense盆地の周辺である。いずれも先行研究でカンラン石、斜長石、高Ca輝石の露頭の存在が報告されている。

解析の結果、両対象地域に対して各鉱物の露頭の分布を明らかにすることができた。先行研究と比較して、盆地周辺の露頭の分布の特徴がより明瞭になっている。発表では、得られた露頭の分布を元に、解析対象地域の地下構造、盆地の形成メカニズムについて議論する。

キーワード：月、マルチバンドイメージャ、カンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石
Keywords: Moon, multiband imager, olivine, plagioclase, HCP, LCP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層学習を用いた月スワール探索
Searching for lunar swirls with deep learning

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1]
*Yurika Iwabuchi[1], Yoshiko Ogawa[1]

1. 会津大学
1. The University of Aizu

Lunar swirls are winding high albedo patterns not-correlated with topography.They have irregular shapes, distributions, and various spatial scales. About 10 swirls have been discovered so far by visual inspection. However, it is expected there would be more swirls. We have been working on applying Deep Learning to automaticallyfind lunar swirls candidates of small-medium size especially.

The objective of this study is building and updating learning models for automatic identification of lunar swirls and evaluating the models. We aim to search for lunar swirls with Deep Learning. We set the target area in Mare Ingenii area (20˚-50˚S, 150˚-180˚E).

The point to identifying swirl is to distinguish albedo features (swirls) from shading patterns (non-swirls). Therefore, we allocated two kinds of data to the 3 bands in RGB image: Camera imager for R band, and topography data for G and B bands following Kato et al. [2018].As camera image, we use the Multi-band Imager (MI) data from Kaguya satellite. As for DEM data, the data of SLDEM2013 are used. By creating such unique “Combined Image”, we can combine different kinds of information collectively as one image.

We built learning models using the framework of Caffe. We increased variation and quantity of training data to collect data from all confirmed swirl areas and to rotate original images in 3 directions. Totally 212 images (each image covers 1 by 1 deg.) were used as training data. We prepared correct answer data in target area and conduct cross validation for evaluation of results and models. The model building and evaluation were sequentially cycled.

Running the latest learning model, we found 275 images as swirl candidate scenes out of 832 images in the Mare Ingenii. Focusing on True positive rate, the best swirl detection was performed by the learning model built based on training data set which increases variation and quantity of swirl images and ratio of swirl images to non-swirl images.

キーワード：スワール、深層学習、月、自動検出、探査データ
Keywords: swirl, deep learning, Moon, automatic detection, exploration data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元
Lunar surface feature reconstruction by deep learning using synthetic data

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1]
*Koichi Tsuru[1], Toru Kouyama[1], Ryosuke Nakamura[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Various machine learning methods have been proposed to detect lunar surface features such as craters and boulders from satellite imagery. However, many of them need a huge manual effort to create a training data set even to solve one task.

Hence, so far, we have focused on several algorithms based on Generative Adversarial Networks (GANs) that enable highly accurate image generation even from a small amount of training set, and we examined to use Cycle-Consistency Adversarial Networks (CycleGAN) which can learn translation relationship between two image groups, such as a group of Moon surface images and a group of crater maps, for crater detection on the Moon surface. The CycleGAN does not require paired images, whereas it learns the relationship between the two image groups with an unpaired training manner, and images in one of the two groups can be simulated label data.

Initially, we tried to translate a satellite imagery to a labeled image (i.e. crater map), in which the labeled image is produced by simulations based on statistical crater size-frequency distribution. Although it could reduce the annotation cost drastically by the automatic generation of the label data, we found that the learning was not stable and not precise because the texture was too different between the satellite imagery and the simple labeled image. Then, we considered that, in order to improve the performance, it is necessary to train a network with multiple feature labels (i.e. lunar surface elevation, albedo, and shadow maps, and crater and boulder distributions) that characterize the appearance of the Moon surface to be observed.

In this work, we adopted a two-step deep learning framework with fine-tune models trained by 1) generating feature labels from a modeled surface image which is based on given feature labels, and synthesizing the labels to generate a lunar surface image that is compared with the original one to check the network performance (at the same time the generated feature labels are also compared with given ones), and then 2) generating feature labels from actual observed data and again synthesizing the labels to generate a lunar surface image to be compared with the actual image. The good advantage of using modeled data and labels as training data is that it becomes easier to cover complicated and enormous amount of possible observation conditions which is necessary for analyzing actual observation data. In addition, highly precise inference can be possible by the simulation even when the existing observation data of a target object covers only insufficient observation conditions.

In the proposed framework, we employed two generative networks that reconstruct terrain features from satellite imagery and to synthesize satellite imagery from terrain features. By applying cycle-consistency for the training that is measured from similarity between the resynthesized satellite image from “reconstructed” features and the original, the actual terrain features are not required in the training

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

phase.

We prepared DEM, albedo map, crater map, boulder map, and shadow map as features for the reconstruction of a target region. In this presentation, we show the results of feature reconstruction from the actual observed SELENE Terrain Camera imagery.

キーワード：月、地物検出、深層学習、SELENE
Keywords: Moon, Feature Detection, Deep Learning, SELENE

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2]
*Miki Muranushi[1], Akio Suzuki[1], Masahiro KAYAMA[1], Tsuyoshi MIYAMOTO[2]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学東北アジア研究センター
1. Graduate school of Science, Tohoku university , 2. Center for Northeast Asian Studies, Tohoku university

In the early history of lunar exploration, lunar samples returned by the Apollo missions revealed that volatile elements are depleted on the Moon. Almost all volatile components were thought to be eliminated by the giant impact event that probably led to the formation of the Moon. However, recent microanalyses of lunar samples have discovered hydroxyl or water in the constituent minerals. These observations suggest that the lunar mantle may not be entirely dry and contain water to same extent as the Earth’s mantle. The lunar volcanic glasses of Apollo 15 and 17 were measured by SIMS and about 4-46 ppm water were detected (Saal et al., 2008). Hui et al. (2013, Nature Geosci.) detected up to 2.7 ppm water in plagioclase grains from the lunar highland crust sample. They suggest that the initial water content of the lunar magma ocean (LMO) reaches approximately 320 ppm water content. As a result of these studies, water content and the process that the moon got water has attracted a lot of attention. Since no indigenous hydrous minerals have been found in the moon, it is likely that anhydrous mineral possess water as a reservoir in the lunar mantle. Water exists in the Earth’s mantle as hydrous mineral, anhydrous mineral, silicate melt, liquid water, and their intermediate form. In the Earth’s mantle, hydrogen may be incorporated as defects in nominally anhydrous minerals (NAMs) such as Olivine, pyroxene and garnet. (e.g., Smyth et al., 1991). Especially, clinopyroxene (Cpx) shows the maximum water content in the upper mantle xenolith (Inglin and Skogby, 2000). Cpx has possibility of being water reservoir in the lunar mantle due to its crystal structure and chemical composition.
Nakamura et al. (2012) confirmed the presence of calcium rich pyroxene in the South Pole-Aitken (SPA). It is possible that the lunar upper mantle has been excavated and exposed in SPA (Cintala and Grieve, 1998; Lucey et al., 1998). Cpx is likely to be one of the major minerals of the lunar mantle as well as the earth.
Since there is less hydrous mineral in the Moon, water should concentrated in KREEPy basalt that assumed to be the final part of the lunar magma ocean solidification. In this study, we target the measurement of hydrogen solubility of Cpx crystallized from alkali-rich magma.
We conducted a high temperature and high pressure experiment at 1 GPa using a piston cylinder apparatus at Bayreiches Geoinstitut, Germany. Starting material is the natural alkali basalt powder (Haku-4 reported by Kuritani et al., 2009), adding ~5 wt. % water with a micro-syringe. For the Fourier Transform Infrared (FT-IR) analysis, it is necessary to produce Cpx crystals larger than 50 μm. Therefore, in order to considerate conditions suitable for sample synthesis, we conducted several experiments that the initial temperature, cooling rate, the temperature after cooling and the retention time were changed. We report the conditions that succeeded in creating the Cpx large enough for FT-IR analysis and the future plans.
Funding acknowledgment: This work was partially supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

キーワード：無水鉱物、月のマントル構成鉱物、アルカリ玄武岩
Keywords: nominally anhydrous minerals , lunar mantle , alkali basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1]
*Makito Kobayashi[1], Takafumi Niihara[2], Hideaki Miyamoto[2,1]

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学工学系研究科システム創成学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, School of Science, University of Tokyo, 2. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo

The surface of the Moon is covered with regolith formed by the bombardment of meteorites and micro-meteorites. Although drill core samples collected during Apollo missions revealed that the subsurface (1-2 m) structure changes vertically over centimeter to meter scales at landing sites, deeper (> 10 m) structure and spatial continuity is still unknown. Ground Penetrating Radar (GPR) can detect potential variations in subsurface structure which result in permittivity contrasts, therefore, understanding of factors that affect the permittivity of the regolithis important.

Relative permittivity depends on multiple factors such as radar frequency, porosity, temperature, moisture content and chemical composition (e.g., Campbell and Ulrichs, 1969). Correlation between Ti and Fe concentration and the relative permittivity of Apollo samples was previously addressed by Shkuratov and Bondarenko(2001). On the other hand, Fa and Wieczorek (2012) reported that there was no correlation between chemical composition and relative permittivity althoughthe bulk density varied between samples in this study. Because previous workshave not focused specifically on the influence of mineral composition (while keeping bulk density and composition constant), we prepared samples to isolate the influence of mineral composition on relative permittivity.

Bulk density of regolith mostly depends on porosity and the constituent minerals among samples which have the same bulk chemical composition. Lunar regolith contains Fe- and/or Ti-bearing spinel minerals and other oxide minerals (e.g. ilmenite, magnetite, armarcolite), andthe abundance of those minerals depends on the sample. Differences in abundance of constituent minerals indicate different origins of precursor rocks. If we can detect the permittivity contrast resulting from those mineral differences, it could help further our understanding of the subsurface structure and evolution of surface of the Moon. Therefore, we examine whether crystal types of opaque minerals with the samechemicalcomposition affect the relative permittivity.

We prepare a mixture of rutile and iron oxide (II) to create same chemical composition as ilmenite. Porosities of samples are uniform (40%), therefore, densities of the mixture and ilmenite samples are 2.96 and 2.90, respectively. In order to avoid the effect of moisture content, samples are dried for a few days, and we then measure the relative permittivity using a coaxial probe in the range of 1 MHz to 6 GHz at room temperature.

There is a difference of relative permittivity of about 3.6-4.2 when comparing the mixture (10.6-10.7) with ilmenite (6.4-7.0). This result indicates that crystal structure can affect the relative permitivity.In this presentation, we will discuss the effect in more detail.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References:

Campbell, Malcolm J., and Juris Ulrichs. "Electrical properties of rocks and their significance for lunar radar observations." *Journal of Geophysical Research* 74.25 (1969): 5867-5881.

Fa, Wenzhe, and Mark A. Wieczorek. "Regolith thickness over the lunar nearside: Results from Earth-based 70-cm Arecibo radar observations." *Icarus* 218.2 (2012): 771-787.

Shkuratov, Yurij G., and Nataliya V. Bondarenko. "Regolith layer thickness mapping of the Moon by radar and optical data." *Icarus*149.2 (2001): 329-338.

キーワード：比誘電率、地中レーダ、月レゴリス、イルメナイト
Keywords: relative permittivity, GPR, lunar regolith, ilmenite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定
Lunar surface magnetic field intensity in the solar wind inferred from electron reflectometry

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8]
*Tomoki Kawaguchi[1], Yuki Harada[1], Yoshifumi Saito[2], Shoichiro Yokota[3], Masaki N Nishino[4], Hideyuki Usui[5], Yohei Miyake[6], Hideo Tsunakawa[7], Daiba Kato[8]

1. 京都大学理学研究科、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3. 大阪大学・理学研究科、4. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、5. 神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6. 神戸大学計算科学教育センター、7. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、8. 東京大学大学院理学系研究科
1. Dept. Geophysics, Kyoto Univ., 2. Solar System Science Division, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Graduate School of Science, Osaka University, 4. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 5. Graduate school of system informatics Kobe University, 6. Education Center on Computational Science and Engineering, Kobe University, 7. Deparment of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 8. The University of Tokyo

月は、全球的な固有磁場や大気を保持しない天体であり、昼側月面の大部分は地球磁気圏内に存在する時期以外は太陽風に曝されている。太陽風のほとんどは月表面に衝突し吸収される。しかし、月面には磁気異常と呼ばれる地殻起源の磁場によって太陽風から局所的にシールドされている地域も存在する。このような月地殻磁場と太陽風の相互作用を理解することは、月周辺プラズマ環境の全容を解明するために重要である。これまでに、主に強い磁気異常での太陽風との相互作用の研究は進められているが、全球的な月面磁場強度の変化は明らかになっていない。

地殻磁場強度の月面分布は電子反射法を用いて調査されてきた。電子反射法は、月周辺電子の磁気ミラー効果を利用して、月地殻磁場によって反射された電子のロスコーン角から月面での磁場強度を遠隔計測する手法である。従来の電子反射法では、月地殻磁場自体の強度を計測するために、太陽風プラズマの影響が少ない月の夜側や地球磁気圏尾部ローブ内で得られたデータが用いられてきた。この手法を、月面昼側で太陽風に曝されている時のかぐやのデータに応用すると、全球的に磁場が強くなる傾向が得られた。

本研究では、月探査衛星「かぐや」に搭載された電子分析器 MAP-PACE-ESA-S1、-S2 と磁場観測装置 MAP-LMAG によって取得されたデータを用い、月地殻磁場により反射された太陽風電子について解析を行った。昼側月面が太陽風に曝されている時に計測された異なるエネルギー帯ごとの電子ピッチ角分布を解析し、月面磁場強度を調べた。異なるエネルギー帯を調べることで、電子のピッチ角分布にエネルギー依存性が存在することが見られた。これは、月面と衛星間の電位差や電子とイオンの動きで生じる電場が影響していると考えられる。本発表では、エネルギー依存性を加味した月面磁場強度と太陽風動圧の関係について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team
*Yusuke Nakauchi[1], Kazuto Saiki[2], Makiko Ohtake[1], Hiroaki Shiraishi[1], Chikatoshi Honda[3], Hiroyuki Sato[1], Yoshiaki Ishihara[4], Takao Maeda[5], Masatsugu Otsuki[1], Sin-ichiro Sakai[1], Shujiro Sawai[1], SLIM Project Team

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 大阪大学、3. 会津大学、4. 国立環境研究所、5. 中央大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Osaka University, 3. Aizu University, 4. National Institute for Environmental Studie, 5. Chuo University

Smart Lander for Investigating Moon (SLIM) project is on going in JAXA. The main objective of this project is to demonstrate various techniques for “pin-point landing” on the moon. SLIM spacecraft is a small lander. It is designed to achieve “pin-point landing” to 100 meter-order error circle. In order to “pin-point landing” of this level, SLIM mission will demonstrate new image-based onboard navigation system and autonomous landing along with several other new technologies (e.g. “tow stage” landing sequence, metal shock absorbers). The SLIM spacecraft weight is ~730 kg wet mass and ~200 kg class dry mass, both of which are more lightweight than previous lunar landers. The spacecraft will be launched with a Japanese rocket H-IIA in 2021 or 2022. Landing on (25.2ºE, 13.3ºS) located in the west of Mare Nectaris is planned.

After landing, SLIM project is planning to observe around landing site using Multi-Band Camera (MBC). The observational mission is positioned as extra success. MBC will observe olivine and estimate Mg# of it. MBC is a compact VIS-NIR camera composed of an imaging sensor (InGaAs), a filter-wheel with 10 band-pass filters, a telephoto optical system, and a movable mirror for panning and tilting. The sensor has sensitivity at wavelength from 700 to 1700 nm, which covers the characteristic ab-sorption bands of lunar minerals. The telephoto optical system can focus on an object from 1.5 to 30 m distance. The imaging sensor has 640 ×512 pixels with 20 μm pitch. The 4º field of view corresponds to the spatial sampling of 1.3 mm per pixel at 10 m from the lander. Using the movable mirror, observable scanning area is ~50º in azimuth and ~70º in elevation. This makes it possible to observe the size distribution of boulders around the lander. The observation wavelength of band pass filters were selected 10 bands: 750, 920, 950, 970, 1000, 1050, 1100, 1250, 1550, and 1650 nm. The width of their bands is 30nm.

キーワード：月、SLIM、反射スペクトル、カンラン石
Keywords: Moon, SLIM, reflectance spectra, Olivine

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3]
*Hiroki Kusano[1], Yuzuru Karouji[1], Hiroshi Nagaoka[1], Naoyuki Yamashita[2], Makoto Hareyama[3]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. Planetary Science Institute、3. 聖マリアンナ医科大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Planetary Science Institute, 3. St. Marianna University School of Medicine

The intensity of thermal, epithermal, and fast neutrons emitted from a planetary surface provides information on the surface elemental composition, particularly on the hydrogen abundance. In an airless planetary surface, the galactic cosmic rays produce fast neutrons via nuclear interactions in the subsurface materials within a depth of tens centimeters. Then, the fast neutrons are moderated by interactions with subsurface materials including the secondary neutron production. This neutron transport process is terminated at the thermal neutron capture or the neutron leakage from surface. Because the hydrogen atom has a large elastic scattering cross section for a neutron and a nearly identical mass as a neutron, neutrons are efficiently moderated by the elastic scattering with hydrogen atoms. Therefore, the leakage neutron intensity strongly depends on the hydrogen abundance as well as the surface elemental composition. Neutron spectroscopy is thus well suited to detect subsurface water which may present at the lunar polar region. It is essential to obtain the abundance and distribution of lunar subsurface water from the viewpoint of planetary science and space resources for future manned activities.
In this study, the neutron production and transport in the Moon was modeled by Monte Carlo simulation with Geant4 10.3.p03. The effect of subsurface hydrogen abundance and spatial distribution was studied for in-situ water search in future lunar polar landing explorations. The leakage neutron intensity produced by protons and alpha particles in galactic cosmic rays was calculated for the lunar highland composition mixed with various amounts of hydrogen. The production depth and flux of subsurface neutrons, and the production depth of leakage thermal, epithermal, and fast neutrons were also calculated. It was confirmed that the leakage neutron intensity depends on the subsurface hydrogen abundance. The epithermal neutron intensity is particularly sensitive to the presence of subsurface hydrogen. Most of the leakage neutrons were produced within a depth of about 100 g/cm^2, which means that the neutron spectroscopy is mainly sensitive to the subsurface water in the top of surface with about 50 cm in depth depending on the surface density. When a dry layer presents at the top of surface, the leakage neutron intensity was found to depend on the dry layer thickness. The variation of leakage neutron intensity was detectable for the dry layer thickness less than about 80 g/cm^2. The behavior of lunar subsurface neutrons and its sensitivity for lunar subsurface water will be presented and discussed.

キーワード：月の水、月極域、月着陸探査、中性子分光、銀河宇宙線、モンテカルロシミュレーション
Keywords: Lunar water, Lunar polar region, Lunar landing exploration, Neutron spectroscopy, Galactic cosmic ray, Monte Carlo simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10]
*Yuichiro Nagata[1], Takeshi Tsuji[1,2], Hideaki Miyamoto[9], Taichi Kawamura[3], Akito Araya[4], Yoshiaki Ishihara[5], Kazunori Ogawa[6], Taizo Kobayashi[7], Yuzuru Karouji[8], Satoshi Tanaka[10]

1. 九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2. 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3. パリ地球物理研究所、4. 東京大学地震研究所、5. 国立研究開発法人 国立環境研究所、6. 神戸大学、7. 立命館大学、8. 宇宙航空研究開発機構、9. 東京大学、10. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系
1. Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University, 2. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu University, 3. Institut de Physique du Globe de Paris, 4. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 5. National Institute for Environmental Studies, 6. Kobe University, 7. Ritsumeikan University, 8. Japan Aerospace Exploration Agency, 9. University of Tokyo, 10. Department of Solid Planetary Sciences Institute of Space and Astronautical Science

We have been designing and developing an active seismic exploration package with seismometers, active seismic source and anchoring system. Our seismic exploration package was designed to investigate from shallow formation (i.e., ice saturation) to deep formation (i.e., thickness of regolith) of the Moon. Here we present the basic concept of our seismic exploration package and its experimental results. We then discuss the possibilities of future space missions. We evaluate the relation between the S-wave velocity and the ice saturation, and found that S-wave velocity largely increase due to ice deposition (low ice saturation). To evaluate our active-source seismic exploration system, furthermore, we conducted seismic exploration in the test field in JAXA. The test field is filled with loose sands of ~50cm thickness. In this experiment, we conducted seismic survey with several acquisition parameters. When we applied the active seismic survey for small-size receiver array, we retrieved clear shot gather. We further calculated dispersion curve from the shot gather and obtained S-wave velocity profile beneath the array using inversion. In addition, we could detect the cushioning material whose S wave velocity is lower than sand by surface wave analysis and compare the result with the dispersion curve which has no buried material. These results demonstrate that S-wave velocity in shallow formation was accurately estimated, suggesting that ice can be identified as anomalous high S-wave velocity via our seismic system. When the seismometer interval is long, the attenuation of the surface wave is large. However, the refracted P-wave can arrive at far offset receivers. Using the refracted wave, we can estimate P-wave velocity of the basement.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Orbit determination of the Chang’E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1], Jianguo Yan[1]

1. Wuhan University

We introduce the recently Chang’E 5-Test 1 (CE-5T1) mission overall and its orbit characteristic and present the results on precision orbit determination from the radio science investigation of the CE-5T1 spacecraft. We describe the data, modeling and methods used to achieve position knowledge several times better than the required demand (in total position) for most of arcs, over the period from 10 March 2014 to 28 December 2018. In addition to we try to use the near-continuous radiometric tracking data of CE-5T1 to develop a new lunar gravity field up to degree and order 100, which is solved independently using about four years tracking data. The accuracy of the gravity field model is assessed by multi means, such as gravity spectrum, observational residuals after precision orbit determination, lunar surface gravity anomaly character, admittance/coherence with topography model, and the corresponding physical feature and effect are analyzed. We also make a comparison between this model and the previously models we ever solved, CEGM-01 and CEGM-02. The results indicate the effectiveness and reasonability of this solution process. On the basis of current work, with the Chang’E 5, 6, and 7 under implementing and planning, the prospect of future development of Chinese lunar gravity field detection is presented.

Keywords: Lunar, Chang'E 5T1, precise orbit determination, gravity field model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-PS08] 月の科学と探査

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

2019年に月周回衛星「かぐや（SELENE）」は、観測終了から10年を迎える。かぐやによる月の物理・化学・地質データは、世界的にも月科学における基準データとなった。また、その後のLRO、GRAIL、LADEEやChang'e3といった海外ミッションも新たな成果を生み出している。現在、日本を含め世界各国では、着陸探査やサンプルリターン計画を含めた次期月探査計画の検討が精力的に進められている。本セッションでは新しい月科学の構築に向けて、月探査データを用いた研究成果の報告、SLIM計画を含む将来の月探査計画に関する議論、今後の探査データの解析に向けた提案、関連する理論や実験，試料分析の結果、搭載機器開発など、月科学に関する発表を広く受け入れる。

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

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

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

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

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

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

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

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

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

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

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

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

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ
Estimation of lava tube cave height below the vertical hole from the surface topography of the Moon

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに] 米国のLROのデータによって作られた月面図LROC Quick Map(1)から縦孔近傍表面およびリルの傾斜率(sinα)を読み取り、その下にあると想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さを推定した。春山らの発見したMarius Hills Hole(MHH), Mare Tranquillitatis Hole(MTH), Mare Ingenii Hole(MIH)(2-5),さらにLacus Mortisの縦孔(6,7),Chandrayaan-1発見のリル構造(8),およびSinus Iridum Pit(9)ついても検討した。溶岩の流れの方向が不明なものは周りの傾斜角度が最も高い角度を示す方向を用いた。空洞高さはチューブ内の溶岩（ビンガム流体）流動限界条件H=nfb/(ρgsinα) より求めた(10-12),ここでn=4でHは円形断面チューブ高さ、n=3でHは有限幅矩形断面チューブ高さ、n=2でHは無限幅矩形断面チューブ高さを示す。ここで、重力加速度g=1.62m/sec^2, 溶岩密度ρ=2500kg/m^{3}とし、降伏値はfb=100Pa および200Paを用いた(13)。**[Marius Hills Hole(MHH)]** MHHは直径57ｍx48m,深さ48ｍ,天井厚さ31m,空洞高さ17mである。 MHHの存在する近傍のリル表面の傾斜角度を0.28度から0.69度の範囲にあると考え、溶岩降伏値100Pa~200Paでチューブ高さを求めた。有限幅矩形断面チューブに対して100Paでは高さ15.4mとなり、MHHの空洞高さ17mに近い値を示している。**[Mare Tranquillitatis Hole(MTH)]** MTHは直径99mx84m,深さ107ｍ,天井厚さ47m,空洞高さ60mである。 MTH近傍の傾斜角度で最も高い方向の傾斜角度0.62度を用いた。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで6.7m~13.5mとなり、空洞高さ60mと比べて小さい。チューブの傾斜角度はもっと低い可能性がある。**[Mare Ingenii Hole(MIH)]** MIHは直径103mx66m,深さ37~63mである。MIH周りの方向で最も高い傾斜角度0.21度を使う。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで20m~40mとなり、縦孔深さ37~63mであるので天井厚さは20m程度とみられる。**[Lacus Mortisの縦孔]** Lacus Mortisの縦孔は直径60mx100m,深さ114mである。縦孔周りの方向で最も高い傾斜角度は1.2度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで3.7m~7.4mとなり、縦孔深さ114mであるので天井厚さはかなり厚いとみられる。**[Chandrayaan-1発見のリル]** リル中央部の未崩落部分の傾斜角度は0.93度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで4.6m~9.2mとなる。未崩落部分の両端のリル深さは8m~17mであることを考えるとリルの未崩壊天井の下に空洞が存在するとすれば天井厚さは極めて薄いとみられる。**[Sinus Iridum Pit]** Sinus Iridum Pitは直径70mx30m,深さ20mである。Sinus Iridum Pit周りの方向で最大の傾斜角度は0.83度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで5.1m~10.2mとなる。天井厚さは10m~15m程度であろう。

[おわりに]溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値のまとめを表１に示す。溶岩チューブ洞窟があるとしてその空洞高さをLROC Quick Mapから表面の傾斜率を求めて推定した。溶岩チューブ洞窟存在策定の目安になると考えられる。ただし、チューブ形成後の地殻変動などにより、表面下の実際の溶岩チューブの傾斜率と異なる可能性はある。推定された空洞高さはあくまでも目安でありさらなる詳細な検討と探査による実証が期待される。

参考文献：(1)LROC Quick Map:https://quickmap.lroc.asu.edu/.**(2)**Haruyama J, et al., (2009):Geophys.Res.Lett.36,L21206.**(3)**Haruyama J, et al.,(2010):41st LPS Conf. 1285.**(4)**Haruyama,J.et al,(2012):Moon,Chap6,pp139-163,Springer.**(5)**Robinson MS, et al.,(2012):Planet.Space Sci.69,18–27.**(6)** Wagner RV, Robinson MS,(2014):Icarus 237,52-60.**(7)**Ik-Seon Hong,et al.,(2015):J.Astron.Space Sci.32(2),113-120.**(8)**A.S.Arya,et al(2010):41st LPS Conf.,1484.**(9)** R.V.Wagner et al.,(2015):2nd International Planetary Caves Conf.,9021.pdf.**(10)**本多力(2015):第59回宇宙科学技術連合講演会,3D02.**(11)**

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本多力(2017):第61回宇宙科学技術連合講演会,1B11.(12)本多力(2018):第62回宇宙科学技術連合講演会,3D02.(13)Moore,H.J.et al.,(1975):Proc.6th Lunar Science Conf.,p101-118.

キーワード：月、縦孔、溶岩チューブ
Keywords: Moon, pit, lava tube

表１　縦孔/Rille下に想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値

縦孔/Rille	降伏値: fb	傾斜率:sinα	傾斜角度: α	円形断面チューブ高さ: H=4fb/(ρgsinα)	有限幅矩形断面チューブ高さ: H=3fb/(ρgsinα)	無限幅矩形断面チューブ高さ: H=2fb/(ρgsinα)
Marius Hills Hole(MHH) 直径57mx48m,深さ48m, 天井厚さ31m, 空洞高さ17m	100Pa	0.0128	0.78°	7.7m	5.8m	3.9m
	200Pa	0.0128	0.78°	15.4m	11.6m	7.7m
	100Pa	0.0048	0.28°	20.6m	15.4m	10.3m
	200Pa	0.0048	0.28°	41.2m	30.9m	20.6m
Mare Tranquillitatis Hole (MTH) 直径99mx84m, 深さ107m,天井厚さ47m, 空洞高さ60m	100Pa	0.0110	0.62°	9.0m	6.7m	4.5m
	200Pa	0.0110	0.62°	18.0m	13.5m	9.0m
Mare Ingenii Hole(MIH) 直径103mx66m, 深さ37m~63m	100Pa	0.0037	0.21°	26.7m	20m	13.3m
	200Pa	0.0037	0.21°	53.4m	40m	26.7m
Lacus Mortis Pit 直径60mx100m, 深さ114m	100Pa	0.0201	1.2°	4.9m	3.7m	2.5m
	200Pa	0.0201	1.2°	9.8m	7.4m	4.9m
Rille found by Chandrayaan-I 深さ8m~17m	100Pa	0.0162	0.93°	6.1m	4.6m	3.1m
	200Pa	0.0162	0.93°	12.2m	9.2m	6.2m
Sinus Iridum Pit 直径70mx30m, 深さ20m	100Pa	0.0145	0.83°	6.8m	5.1m	3.4m
	200Pa	0.0145	0.83°	13.6m	10.2m	6.8m

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査
Detecting mare basalts intruded into the crust on the early Moon

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3]
*Ayame Ikeda[1], Tomokatsu Morota[2], Hiroshi Nagaoka[3]

1. 名古屋大学理学部地球惑星科学科、2. 名古屋大学大学院環境学研究科、3. 宇宙航空研究開発機構
1. Department of Science, Nagoya University, 2. Graduate School of Enviromental Studies, Nagoya University, 3. Japan Aerospace Exploration Agency

アポロ計画で持ち帰られた月の玄武岩試料の年代分析から, 月のマグマ活動は39–30億年前に活発であったと考えられている[e.g., Nyquist and Shih, 1992]. 一方で, 月隕石に含まれる角礫化した玄武岩片の年代が43億年前と見積もられ [Terada et al., 2007], このことは39億年前以前もマグマ活動があったことを示している. また, 米探査機GRAILによって得られた精密な重力異常データから, 地殻に貫入したマグマが原因と考えられる線状の高重力異常が全球的に発見され [Andrews-Hanna et al., 2013], それらの形成年代は盆地形成と同時期かそれよりも前と見積もられることからも [Sawada et al., 2016], 太古にマグマ活動があったことは確実視されている. しかしながら, 盆地形成以前のマグマの大部分は表面に噴出していないと考えられるため, 古い時代のマグマ活動の規模や時間変化は未解明である. そこで本研究では古い時代の海のマグマ活動の規模を知るために盆地形成以前の玄武岩を月表面で探索するとともにその量の推定を行うことを目的とする.

本研究では月表面の衝突盆地 (直径300 km以上の衝突クレータ) のリング地形に着目した. 衝突盆地のリング地形は盆地形成時に掘削された地殻物質が堆積した地形である. よって, 盆地形成時までに地殻に貫入したマグマの記録をよく保持していると期待される. 本研究では地殻をすべて掘削したと考えられているCrisium盆地のリングを研究対象とする.

月周回衛星「かぐや」搭載の地形カメラとマルチバンドイメージャによって得られた地形データと分光画像データを使用し, 複数の指標を用いた多段階の玄武岩探索を行う. 一般に月の玄武岩は15 wt%以上のFeO量を持ち, 高Ca輝石を主要成分とするため, 950 nmから長波長側に広がった吸収スペクトルを示す. この特徴を利用して, まず宇宙風化度指標OMATによる新鮮領域の抽出を行い, さらに高FeO量領域を抽出した上で, 950 nmでの吸収深さに対する1050 nm, 1250 nmでの吸収深さが相対的に高い領域を玄武岩と判定した.

Crisium盆地のリング上の新鮮領域における平均FeO量は6.75 wt% であった. また, 玄武岩の占有面積はリング全域に対して1.3×10^{-3} %と明らかに小さいことから, Crisium形成以前に大規模なマグマ貫入が起こっていたとは考えにくい. しかしリングの複数の領域で小規模ながら玄武岩質組成を持つ領域が見つかった. 発見された領域は数百mサイズのクレータに対応しており, 周囲からの飛来物ではなく, リングの構成岩石を掘削したものと考えられる. このことはCrisium盆地形成以前にマグマ活動が起こっていたことを示す.
次に, Crisium形成以前と以後のマグマ活動度の比較を行った. 地殻形成から盆地形成までの期間と, 盆地形成から海の形成終了までの経過時間は共に約5 億年と見積もられることから, 両者のマグマ活動度は体積によって比較可能である. リング表面で観測された平均のFeO量と玄武岩の占有面積から, 玄武岩の構成割合の上限は, 1.4 %と見積もられ, 貫入した玄武岩の総体積の上限は1.2×10^{4} km^3 と推定される. 一方で, 盆地形成後にMare Crisiumをつくったマグマの体積は2.0×10^{5}–7.2×10^{5} km^3 [Mulis et al., 1992; Solomon and Head, 1980] と見積もられることから, この領域での盆地形成前のマグマ活動は海が形成された時代 (40–35億年前) のマグマ活動より小規模であった可能性が示唆される.

キーワード：月、クリシウム盆地、海の玄武岩
Keywords: the Moon, Crisium basin, Mare basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布
Distribution of major minerals around the Crisium and Moscoviense basins of the Moon revealed by SELENE Multiband Imager

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3]
Yuji Agatsuma[1], *Naru Hirata[1], Satoru Yamamoto[2], Makiko Ohtake[3]

1. 会津大学　コンピュータ理工学部、2. 宇宙システム開発利用推進機構、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系
1. Dep. of Computer Science and Engineering, Univ. of Aizu, 2. J-spacesystems, 3. Department of Planetary Science, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

月地殻とマントルを構成している主要鉱物であるカンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石が月表層にどのように分布しているかは、月内部の鉛直構造や、その地域差の有無を知る手がかりとなる。リモートセンシングによって取得されたスペクトルデータを用い、各鉱物に特徴的な吸収が存在する場所を探索するというアプローチは有力な方法であり、これまでいくつかの成果が報告されている（カンラン石: Yamaoto+, 2010; 斜長石: Yamamoto+, 2012; HCP: Yamamoto+, 2015; LCP: Nakamura+, 2012）。前記の先行研究は、月探査機かぐやに搭載されたSPのデータを用いたものである。SPは高い波長分解能をもち、点分光器であるため空間解像度は500 m程度であり、観測点も月全球を覆ってはいるが稠密ではない。

本研究では、同じくかぐやに搭載されたマルチバンドイメージャ(MI)のマルチバンド画像を用いて先行研究と同様の鉱物スペクトルのサーベイを試みた。MIはイメージャであり、高い空間分解能（可視域20 m、近赤外域60 m）を持つとともに、全球をほぼ完全に覆う観測を実施している（全球データセットの名目分解能14 m/pixel）。このため、各鉱物の吸収特徴を示す露頭の分布を先行研究より明瞭に示すことが可能である。一方、MIは可視域から近赤外域の9バンド8波長のみを観測しているため、波長方向の情報量はSPより劣る。そこで、先行研究で報告されている各鉱物の露頭のSPによるスペクトルをテンプレートとして、これにマッチする吸収形状と吸収深さを示す地点をサーベイすることとした。今回対象としたのは、Crisium盆地及びMoscoviense盆地の周辺である。いずれも先行研究でカンラン石、斜長石、高Ca輝石の露頭の存在が報告されている。

解析の結果、両対象地域に対して各鉱物の露頭の分布を明らかにすることができた。先行研究と比較して、盆地周辺の露頭の分布の特徴がより明瞭になっている。発表では、得られた露頭の分布を元に、解析対象地域の地下構造、盆地の形成メカニズムについて議論する。

キーワード：月、マルチバンドイメージャ、カンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石
Keywords: Moon, multiband imager, olivine, plagioclase, HCP, LCP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層学習を用いた月スワール探索
Searching for lunar swirls with deep learning

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1]
*Yurika Iwabuchi[1], Yoshiko Ogawa[1]

1. 会津大学
1. The University of Aizu

Lunar swirls are winding high albedo patterns not-correlated with topography.They have irregular shapes, distributions, and various spatial scales. About 10 swirls have been discovered so far by visual inspection. However, it is expected there would be more swirls. We have been working on applying Deep Learning to automaticallyfind lunar swirls candidates of small-medium size especially.

The objective of this study is building and updating learning models for automatic identification of lunar swirls and evaluating the models. We aim to search for lunar swirls with Deep Learning. We set the target area in Mare Ingenii area (20˚-50˚S, 150˚-180˚E).

The point to identifying swirl is to distinguish albedo features (swirls) from shading patterns (non-swirls). Therefore, we allocated two kinds of data to the 3 bands in RGB image: Camera imager for R band, and topography data for G and B bands following Kato et al. [2018].As camera image, we use the Multi-band Imager (MI) data from Kaguya satellite. As for DEM data, the data of SLDEM2013 are used. By creating such unique “Combined Image”, we can combine different kinds of information collectively as one image.

We built learning models using the framework of Caffe. We increased variation and quantity of training data to collect data from all confirmed swirl areas and to rotate original images in 3 directions. Totally 212 images (each image covers 1 by 1 deg.) were used as training data. We prepared correct answer data in target area and conduct cross validation for evaluation of results and models. The model building and evaluation were sequentially cycled.

Running the latest learning model, we found 275 images as swirl candidate scenes out of 832 images in the Mare Ingenii. Focusing on True positive rate, the best swirl detection was performed by the learning model built based on training data set which increases variation and quantity of swirl images and ratio of swirl images to non-swirl images.

キーワード：スワール、深層学習、月、自動検出、探査データ
Keywords: swirl, deep learning, Moon, automatic detection, exploration data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元
Lunar surface feature reconstruction by deep learning using synthetic data

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1]
*Koichi Tsuru[1], Toru Kouyama[1], Ryosuke Nakamura[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Various machine learning methods have been proposed to detect lunar surface features such as craters and boulders from satellite imagery. However, many of them need a huge manual effort to create a training data set even to solve one task.

Hence, so far, we have focused on several algorithms based on Generative Adversarial Networks (GANs) that enable highly accurate image generation even from a small amount of training set, and we examined to use Cycle-Consistency Adversarial Networks (CycleGAN) which can learn translation relationship between two image groups, such as a group of Moon surface images and a group of crater maps, for crater detection on the Moon surface. The CycleGAN does not require paired images, whereas it learns the relationship between the two image groups with an unpaired training manner, and images in one of the two groups can be simulated label data.

Initially, we tried to translate a satellite imagery to a labeled image (i.e. crater map), in which the labeled image is produced by simulations based on statistical crater size-frequency distribution. Although it could reduce the annotation cost drastically by the automatic generation of the label data, we found that the learning was not stable and not precise because the texture was too different between the satellite imagery and the simple labeled image. Then, we considered that, in order to improve the performance, it is necessary to train a network with multiple feature labels (i.e. lunar surface elevation, albedo, and shadow maps, and crater and boulder distributions) that characterize the appearance of the Moon surface to be observed.

In this work, we adopted a two-step deep learning framework with fine-tune models trained by 1) generating feature labels from a modeled surface image which is based on given feature labels, and synthesizing the labels to generate a lunar surface image that is compared with the original one to check the network performance (at the same time the generated feature labels are also compared with given ones), and then 2) generating feature labels from actual observed data and again synthesizing the labels to generate a lunar surface image to be compared with the actual image. The good advantage of using modeled data and labels as training data is that it becomes easier to cover complicated and enormous amount of possible observation conditions which is necessary for analyzing actual observation data. In addition, highly precise inference can be possible by the simulation even when the existing observation data of a target object covers only insufficient observation conditions.

In the proposed framework, we employed two generative networks that reconstruct terrain features from satellite imagery and to synthesize satellite imagery from terrain features. By applying cycle-consistency for the training that is measured from similarity between the resynthesized satellite image from “reconstructed” features and the original, the actual terrain features are not required in the training

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

phase.

We prepared DEM, albedo map, crater map, boulder map, and shadow map as features for the reconstruction of a target region. In this presentation, we show the results of feature reconstruction from the actual observed SELENE Terrain Camera imagery.

キーワード：月、地物検出、深層学習、SELENE
Keywords: Moon, Feature Detection, Deep Learning, SELENE

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2]
*Miki Muranushi[1], Akio Suzuki[1], Masahiro KAYAMA[1], Tsuyoshi MIYAMOTO[2]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学東北アジア研究センター
1. Graduate school of Science, Tohoku university , 2. Center for Northeast Asian Studies, Tohoku university

In the early history of lunar exploration, lunar samples returned by the Apollo missions revealed that volatile elements are depleted on the Moon. Almost all volatile components were thought to be eliminated by the giant impact event that probably led to the formation of the Moon. However, recent microanalyses of lunar samples have discovered hydroxyl or water in the constituent minerals. These observations suggest that the lunar mantle may not be entirely dry and contain water to same extent as the Earth’s mantle. The lunar volcanic glasses of Apollo 15 and 17 were measured by SIMS and about 4-46 ppm water were detected (Saal et al., 2008). Hui et al. (2013, Nature Geosci.) detected up to 2.7 ppm water in plagioclase grains from the lunar highland crust sample. They suggest that the initial water content of the lunar magma ocean (LMO) reaches approximately 320 ppm water content. As a result of these studies, water content and the process that the moon got water has attracted a lot of attention. Since no indigenous hydrous minerals have been found in the moon, it is likely that anhydrous mineral possess water as a reservoir in the lunar mantle. Water exists in the Earth’s mantle as hydrous mineral, anhydrous mineral, silicate melt, liquid water, and their intermediate form. In the Earth’s mantle, hydrogen may be incorporated as defects in nominally anhydrous minerals (NAMs) such as Olivine, pyroxene and garnet. (e.g., Smyth et al., 1991). Especially, clinopyroxene (Cpx) shows the maximum water content in the upper mantle xenolith (Inglin and Skogby, 2000). Cpx has possibility of being water reservoir in the lunar mantle due to its crystal structure and chemical composition.
Nakamura et al. (2012) confirmed the presence of calcium rich pyroxene in the South Pole-Aitken (SPA). It is possible that the lunar upper mantle has been excavated and exposed in SPA (Cintala and Grieve, 1998; Lucey et al., 1998). Cpx is likely to be one of the major minerals of the lunar mantle as well as the earth.
Since there is less hydrous mineral in the Moon, water should concentrated in KREEPy basalt that assumed to be the final part of the lunar magma ocean solidification. In this study, we target the measurement of hydrogen solubility of Cpx crystallized from alkali-rich magma.
We conducted a high temperature and high pressure experiment at 1 GPa using a piston cylinder apparatus at Bayreiches Geoinstitut, Germany. Starting material is the natural alkali basalt powder (Haku-4 reported by Kuritani et al., 2009), adding ~5 wt. % water with a micro-syringe. For the Fourier Transform Infrared (FT-IR) analysis, it is necessary to produce Cpx crystals larger than 50 μm. Therefore, in order to considerate conditions suitable for sample synthesis, we conducted several experiments that the initial temperature, cooling rate, the temperature after cooling and the retention time were changed. We report the conditions that succeeded in creating the Cpx large enough for FT-IR analysis and the future plans.
Funding acknowledgment: This work was partially supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

キーワード：無水鉱物、月のマントル構成鉱物、アルカリ玄武岩
Keywords: nominally anhydrous minerals , lunar mantle , alkali basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1]
*Makito Kobayashi[1], Takafumi Niihara[2], Hideaki Miyamoto[2,1]

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学工学系研究科システム創成学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, School of Science, University of Tokyo, 2. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo

The surface of the Moon is covered with regolith formed by the bombardment of meteorites and micro-meteorites. Although drill core samples collected during Apollo missions revealed that the subsurface (1-2 m) structure changes vertically over centimeter to meter scales at landing sites, deeper (> 10 m) structure and spatial continuity is still unknown. Ground Penetrating Radar (GPR) can detect potential variations in subsurface structure which result in permittivity contrasts, therefore, understanding of factors that affect the permittivity of the regolithis important.

Relative permittivity depends on multiple factors such as radar frequency, porosity, temperature, moisture content and chemical composition (e.g., Campbell and Ulrichs, 1969). Correlation between Ti and Fe concentration and the relative permittivity of Apollo samples was previously addressed by Shkuratov and Bondarenko(2001). On the other hand, Fa and Wieczorek (2012) reported that there was no correlation between chemical composition and relative permittivity althoughthe bulk density varied between samples in this study. Because previous workshave not focused specifically on the influence of mineral composition (while keeping bulk density and composition constant), we prepared samples to isolate the influence of mineral composition on relative permittivity.

Bulk density of regolith mostly depends on porosity and the constituent minerals among samples which have the same bulk chemical composition. Lunar regolith contains Fe- and/or Ti-bearing spinel minerals and other oxide minerals (e.g. ilmenite, magnetite, armarcolite), andthe abundance of those minerals depends on the sample. Differences in abundance of constituent minerals indicate different origins of precursor rocks. If we can detect the permittivity contrast resulting from those mineral differences, it could help further our understanding of the subsurface structure and evolution of surface of the Moon. Therefore, we examine whether crystal types of opaque minerals with the samechemicalcomposition affect the relative permittivity.

We prepare a mixture of rutile and iron oxide (II) to create same chemical composition as ilmenite. Porosities of samples are uniform (40%), therefore, densities of the mixture and ilmenite samples are 2.96 and 2.90, respectively. In order to avoid the effect of moisture content, samples are dried for a few days, and we then measure the relative permittivity using a coaxial probe in the range of 1 MHz to 6 GHz at room temperature.

There is a difference of relative permittivity of about 3.6-4.2 when comparing the mixture (10.6-10.7) with ilmenite (6.4-7.0). This result indicates that crystal structure can affect the relative permitivity.In this presentation, we will discuss the effect in more detail.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References:

Campbell, Malcolm J., and Juris Ulrichs. "Electrical properties of rocks and their significance for lunar radar observations." *Journal of Geophysical Research* 74.25 (1969): 5867-5881.

Fa, Wenzhe, and Mark A. Wieczorek. "Regolith thickness over the lunar nearside: Results from Earth-based 70-cm Arecibo radar observations." *Icarus* 218.2 (2012): 771-787.

Shkuratov, Yurij G., and Nataliya V. Bondarenko. "Regolith layer thickness mapping of the Moon by radar and optical data." *Icarus*149.2 (2001): 329-338.

キーワード：比誘電率、地中レーダ、月レゴリス、イルメナイト
Keywords: relative permittivity, GPR, lunar regolith, ilmenite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定
Lunar surface magnetic field intensity in the solar wind inferred from electron reflectometry

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8]
*Tomoki Kawaguchi[1], Yuki Harada[1], Yoshifumi Saito[2], Shoichiro Yokota[3], Masaki N Nishino[4], Hideyuki Usui[5], Yohei Miyake[6], Hideo Tsunakawa[7], Daiba Kato[8]

1. 京都大学理学研究科、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3. 大阪大学・理学研究科、4. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、5. 神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6. 神戸大学計算科学教育センター、7. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、8. 東京大学大学院理学系研究科
1. Dept. Geophysics, Kyoto Univ., 2. Solar System Science Division, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Graduate School of Science, Osaka University, 4. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 5. Graduate school of system informatics Kobe University, 6. Education Center on Computational Science and Engineering, Kobe University, 7. Deparment of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 8. The University of Tokyo

月は、全球的な固有磁場や大気を保持しない天体であり、昼側月面の大部分は地球磁気圏内に存在する時期以外は太陽風に曝されている。太陽風のほとんどは月表面に衝突し吸収される。しかし、月面には磁気異常と呼ばれる地殻起源の磁場によって太陽風から局所的にシールドされている地域も存在する。このような月地殻磁場と太陽風の相互作用を理解することは、月周辺プラズマ環境の全容を解明するために重要である。これまでに、主に強い磁気異常での太陽風との相互作用の研究は進められているが、全球的な月面磁場強度の変化は明らかになっていない。

地殻磁場強度の月面分布は電子反射法を用いて調査されてきた。電子反射法は、月周辺電子の磁気ミラー効果を利用して、月地殻磁場によって反射された電子のロスコーン角から月面での磁場強度を遠隔計測する手法である。従来の電子反射法では、月地殻磁場自体の強度を計測するために、太陽風プラズマの影響が少ない月の夜側や地球磁気圏尾部ローブ内で得られたデータが用いられてきた。この手法を、月面昼側で太陽風に曝されている時のかぐやのデータに応用すると、全球的に磁場が強くなる傾向が得られた。

本研究では、月探査衛星「かぐや」に搭載された電子分析器 MAP-PACE-ESA-S1、-S2 と磁場観測装置 MAP-LMAG によって取得されたデータを用い、月地殻磁場により反射された太陽風電子について解析を行った。昼側月面が太陽風に曝されている時に計測された異なるエネルギー帯ごとの電子ピッチ角分布を解析し、月面磁場強度を調べた。異なるエネルギー帯を調べることで、電子のピッチ角分布にエネルギー依存性が存在することが見られた。これは、月面と衛星間の電位差や電子とイオンの動きで生じる電場が影響していると考えられる。本発表では、エネルギー依存性を加味した月面磁場強度と太陽風動圧の関係について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team
*Yusuke Nakauchi[1], Kazuto Saiki[2], Makiko Ohtake[1], Hiroaki Shiraishi[1], Chikatoshi Honda[3], Hiroyuki Sato[1], Yoshiaki Ishihara[4], Takao Maeda[5], Masatsugu Otsuki[1], Sin-ichiro Sakai[1], Shujiro Sawai[1], SLIM Project Team

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 大阪大学、3. 会津大学、4. 国立環境研究所、5. 中央大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Osaka University, 3. Aizu University, 4. National Institute for Environmental Studie, 5. Chuo University

Smart Lander for Investigating Moon (SLIM) project is on going in JAXA. The main objective of this project is to demonstrate various techniques for “pin-point landing” on the moon. SLIM spacecraft is a small lander. It is designed to achieve “pin-point landing” to 100 meter-order error circle. In order to “pin-point landing” of this level, SLIM mission will demonstrate new image-based onboard navigation system and autonomous landing along with several other new technologies (e.g. “tow stage” landing sequence, metal shock absorbers). The SLIM spacecraft weight is ~730 kg wet mass and ~200 kg class dry mass, both of which are more lightweight than previous lunar landers. The spacecraft will be launched with a Japanese rocket H-IIA in 2021 or 2022. Landing on (25.2ºE, 13.3ºS) located in the west of Mare Nectaris is planned.

After landing, SLIM project is planning to observe around landing site using Multi-Band Camera (MBC). The observational mission is positioned as extra success. MBC will observe olivine and estimate Mg# of it. MBC is a compact VIS-NIR camera composed of an imaging sensor (InGaAs), a filter-wheel with 10 band-pass filters, a telephoto optical system, and a movable mirror for panning and tilting. The sensor has sensitivity at wavelength from 700 to 1700 nm, which covers the characteristic ab-sorption bands of lunar minerals. The telephoto optical system can focus on an object from 1.5 to 30 m distance. The imaging sensor has 640 ×512 pixels with 20 μm pitch. The 4º field of view corresponds to the spatial sampling of 1.3 mm per pixel at 10 m from the lander. Using the movable mirror, observable scanning area is ~50º in azimuth and ~70º in elevation. This makes it possible to observe the size distribution of boulders around the lander. The observation wavelength of band pass filters were selected 10 bands: 750, 920, 950, 970, 1000, 1050, 1100, 1250, 1550, and 1650 nm. The width of their bands is 30nm.

キーワード：月、SLIM、反射スペクトル、カンラン石
Keywords: Moon, SLIM, reflectance spectra, Olivine

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3]
*Hiroki Kusano[1], Yuzuru Karouji[1], Hiroshi Nagaoka[1], Naoyuki Yamashita[2], Makoto Hareyama[3]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. Planetary Science Institute、3. 聖マリアンナ医科大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Planetary Science Institute, 3. St. Marianna University School of Medicine

The intensity of thermal, epithermal, and fast neutrons emitted from a planetary surface provides information on the surface elemental composition, particularly on the hydrogen abundance. In an airless planetary surface, the galactic cosmic rays produce fast neutrons via nuclear interactions in the subsurface materials within a depth of tens centimeters. Then, the fast neutrons are moderated by interactions with subsurface materials including the secondary neutron production. This neutron transport process is terminated at the thermal neutron capture or the neutron leakage from surface. Because the hydrogen atom has a large elastic scattering cross section for a neutron and a nearly identical mass as a neutron, neutrons are efficiently moderated by the elastic scattering with hydrogen atoms. Therefore, the leakage neutron intensity strongly depends on the hydrogen abundance as well as the surface elemental composition. Neutron spectroscopy is thus well suited to detect subsurface water which may present at the lunar polar region. It is essential to obtain the abundance and distribution of lunar subsurface water from the viewpoint of planetary science and space resources for future manned activities.
In this study, the neutron production and transport in the Moon was modeled by Monte Carlo simulation with Geant4 10.3.p03. The effect of subsurface hydrogen abundance and spatial distribution was studied for in-situ water search in future lunar polar landing explorations. The leakage neutron intensity produced by protons and alpha particles in galactic cosmic rays was calculated for the lunar highland composition mixed with various amounts of hydrogen. The production depth and flux of subsurface neutrons, and the production depth of leakage thermal, epithermal, and fast neutrons were also calculated. It was confirmed that the leakage neutron intensity depends on the subsurface hydrogen abundance. The epithermal neutron intensity is particularly sensitive to the presence of subsurface hydrogen. Most of the leakage neutrons were produced within a depth of about 100 g/cm^2, which means that the neutron spectroscopy is mainly sensitive to the subsurface water in the top of surface with about 50 cm in depth depending on the surface density. When a dry layer presents at the top of surface, the leakage neutron intensity was found to depend on the dry layer thickness. The variation of leakage neutron intensity was detectable for the dry layer thickness less than about 80 g/cm^2. The behavior of lunar subsurface neutrons and its sensitivity for lunar subsurface water will be presented and discussed.

キーワード：月の水、月極域、月着陸探査、中性子分光、銀河宇宙線、モンテカルロシミュレーション
Keywords: Lunar water, Lunar polar region, Lunar landing exploration, Neutron spectroscopy, Galactic cosmic ray, Monte Carlo simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10]
*Yuichiro Nagata[1], Takeshi Tsuji[1,2], Hideaki Miyamoto[9], Taichi Kawamura[3], Akito Araya[4], Yoshiaki Ishihara[5], Kazunori Ogawa[6], Taizo Kobayashi[7], Yuzuru Karouji[8], Satoshi Tanaka[10]

1. 九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2. 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3. パリ地球物理研究所、4. 東京大学地震研究所、5. 国立研究開発法人 国立環境研究所、6. 神戸大学、7. 立命館大学、8. 宇宙航空研究開発機構、9. 東京大学、10. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系
1. Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University, 2. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu University, 3. Institut de Physique du Globe de Paris, 4. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 5. National Institute for Environmental Studies, 6. Kobe University, 7. Ritsumeikan University, 8. Japan Aerospace Exploration Agency, 9. University of Tokyo, 10. Department of Solid Planetary Sciences Institute of Space and Astronautical Science

We have been designing and developing an active seismic exploration package with seismometers, active seismic source and anchoring system. Our seismic exploration package was designed to investigate from shallow formation (i.e., ice saturation) to deep formation (i.e., thickness of regolith) of the Moon. Here we present the basic concept of our seismic exploration package and its experimental results. We then discuss the possibilities of future space missions. We evaluate the relation between the S-wave velocity and the ice saturation, and found that S-wave velocity largely increase due to ice deposition (low ice saturation). To evaluate our active-source seismic exploration system, furthermore, we conducted seismic exploration in the test field in JAXA. The test field is filled with loose sands of ~50cm thickness. In this experiment, we conducted seismic survey with several acquisition parameters. When we applied the active seismic survey for small-size receiver array, we retrieved clear shot gather. We further calculated dispersion curve from the shot gather and obtained S-wave velocity profile beneath the array using inversion. In addition, we could detect the cushioning material whose S wave velocity is lower than sand by surface wave analysis and compare the result with the dispersion curve which has no buried material. These results demonstrate that S-wave velocity in shallow formation was accurately estimated, suggesting that ice can be identified as anomalous high S-wave velocity via our seismic system. When the seismometer interval is long, the attenuation of the surface wave is large. However, the refracted P-wave can arrive at far offset receivers. Using the refracted wave, we can estimate P-wave velocity of the basement.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Orbit determination of the Chang’E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1], Jianguo Yan[1]

1. Wuhan University

We introduce the recently Chang’E 5-Test 1 (CE-5T1) mission overall and its orbit characteristic and present the results on precision orbit determination from the radio science investigation of the CE-5T1 spacecraft. We describe the data, modeling and methods used to achieve position knowledge several times better than the required demand (in total position) for most of arcs, over the period from 10 March 2014 to 28 December 2018. In addition to we try to use the near-continuous radiometric tracking data of CE-5T1 to develop a new lunar gravity field up to degree and order 100, which is solved independently using about four years tracking data. The accuracy of the gravity field model is assessed by multi means, such as gravity spectrum, observational residuals after precision orbit determination, lunar surface gravity anomaly character, admittance/coherence with topography model, and the corresponding physical feature and effect are analyzed. We also make a comparison between this model and the previously models we ever solved, CEGM-01 and CEGM-02. The results indicate the effectiveness and reasonability of this solution process. On the basis of current work, with the Chang’E 5, 6, and 7 under implementing and planning, the prospect of future development of Chinese lunar gravity field detection is presented.

Keywords: Lunar, Chang'E 5T1, precise orbit determination, gravity field model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-EM16] 大気圏・電離圏

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

本セッションでは、対流圏から熱圏にいたる地球大気中における種々の物理・化学過程、および大気上端の領域である電離圏・中間圏・熱圏における中性大気と電離大気の相互作用やエネルギー収支、力学、化学過程を議論する。磁気圏あるいは各大気層との上下結合に関する話題も広く歓迎する。これらの領域において生じる各種の現象に関して、衛星・ロケット観測や地上の電波・光学観測等に基づく研究成果と、数値シミュレーションや理論研究成果、及び新しい観測装置の開発に関する研究などについて総合的な議論を深める。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

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

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

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

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

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

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

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

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

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

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

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

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

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

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Temporal and spatial variation of GPS phase scintillation during substorms and auroral breakups

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8]

*Paul Prikryl[1,2], James M. Weygand[3], Reza Ghoddousi-Fard[4], P. Thayyil Jayachandran[1], David R. Themens[1], Anthony M. McCaffrey[1], Bharat S. R. Kunduri[5], Emma Spanswick[6], Yongliang Zhang[7], Akira Sessai Yukimatu[8]

1. ニューブランズウィック大学物理学部、2. カナダ天然資源地磁気研究所、3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8. 国立極地研究所
1. Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada, 2. Geomagnetic Laboratory, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California, Los Angeles, CA, USA, 4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, USA, 6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary, AB, Canada, 7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, MD, USA, 8. National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

高エネルギー粒子の降込みによって生じる電離圏構造の変化はGPS観測に悪影響を及ぼし、位相シンチレーションおよびサイクルスリップ（ロックの喪失）を引き起こす可能性がある。GPS位相シンチレーションは、オーロラの強度と、特にオーロラの明るさの急激な変化と相関する [1,2,3]。夜側下向き領域1電流におけるサブストーム拡大期にみられる全電子量（TEC）の増大は、降下粒子フラックスの増加と関連しているように思われる[4]。このようなTECの増大は、サブストームとオーロラブレイクアップの直後に最も強い位相シンチレーションを発生させる。 位相シンチレーションは、カナダ高緯度北極電離圏観測網（CHAIN）からの特殊なGPSシンチレーション受信機によって50Hzのサンプリングレートで取得されたデータから求められる。プロキシシンチレーション指数は、1Hzサンプルの測地学的精度のGPS受信機の二重周波数測定から得られる。これには、カナダ測地調査所(CGS)によって広域に設置され、準実時間で監視されるRT-IGS観測網の受信機が含まれる。TECと位相シンチレーションの時空間変化について、球面基本電流系（SECS）法を用いて[5,6]、地上磁力計観測網から導出される等価電離圏電流との関連から研究し、位相シンチレーションとオーロラ発光の関係についても調べる。一般的に、GPS位相シンチレーションは、強い西向きの電流ジェットの領域内および東向きの電流ジェットの極側境界に沿って発生する。サブストームとオーロラブレイクアップに続いて、TECの増大に伴う強い位相シンチレーションは、主にHarang不連続領域乃至その近傍の、上向き領域2電流域、もしくは、下向き領域1電流の赤道側境界に投影される[7]。

キーワード：高緯度電離圏、GPS TECと位相シンチレーション、電離層電流
Keywords: High-latitude ionosphere, GPS TEC and phase scintillation, Ionospheric currents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究
Statistical study of SAPS occurrence characteristics using the SuperDARN Hokkaido HF radar

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1]
*Kento Oya[1], Nozomu Nishitani[1], Tomoaki Hori[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

オーロラ発光領域より低緯度側に位置するサブオーロラ帯における、電離圏での速い西向きのプラズマの流れを一般に、Sub-Auroral Polarization Stream (SAPS) という。これまでの研究によって、SAPSの発生メカニズムや統計的特徴は徐々に解明されてきている。特に、SAPSの特性や形態についての研究では、その発生確率・位置が、地磁気活動と強い関連をもっており、サブオーロラ帯における電子密度の変動はSAPSに大きな影響を与えるということが報告されている。

しかし、多くの研究では北アメリカ付近でのSAPSの傾向や様子を報告しているにすぎず、グローバルな広い視点においてどのような様子を示しているかは未だ解明されていない。そこで本研究は先行研究よりも低緯度に位置する日本付近のSAPSの統計解析を行うことでSAPSのグローバルな位置や発生しやすい時刻の傾向を捉え、先行研究で行った高緯度地域と、本研究における低緯度地域での比較を行うことで、SAPSのグローバルな予測モデル構築に貢献することが期待される更なる広い地域におけるSAPSの理解に繋げていく。

本研究では、2006年11月より稼働しているSuperDARN北海道-陸別短波レーダーを用いて、2007年1月1日から2016年12月31日までの10年間に及ぶデータを統計的に解析し、SAPSと考えることのできる電離圏プラズマ流の発生確率をMLT, MLATごとに調べた。本研究では、視線方向速度とエコーパワーのみに下記のような閾値を定め、さらに西向きプラズマ流であると仮定したうえで、SAPSイベントを同定した。

①LOS(Line Of Sight) velocity > 80 m/s　②Echo Power > 3 dB

結果としては、SAPSの基本的特徴といえる、夕方側から夜側に向かうにつれて発生緯度が低下する点や、地磁気活動の活発化に伴う低緯度化とともに、全体的な発生緯度の底上げや地磁気活動の上昇とともに発生する時間帯が遅くなるという、先行研究とは異なる特徴が現れることがわかった。さらに、北米レーダーでは設置場所による観測緯度範囲の制限のため捉えきることのできなかった、深夜から朝にかけて磁気緯度55°以下で見えるフローを捉えることに成功するなど、先行研究では結論付けられていなかったような新しいSAPSの特徴が示唆される。この結果はSAPSのグローバルな位置や発生緯度、さらには時間変化の理解のために不可欠であり、SAPSの予測モデル構築への寄与が期待される。

キーワード：電離圏-磁気圏相互作用、SAPS、SuperDARN、地磁気活動
Keywords: magnetosphere-ionosphere coupling, SAPS, SuperDARN, geomagnetic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4]
*Takanori Nishiyama[1], Takeshi Sakanoi[2], Makoto Taguchi[3], Hidehiko Suzuki[4]

1. 国立極地研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3. 立教大学理学部、4. 明治大学理工学部物理学科
1. National Institute of Polar Research, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 3. Rikkyo University, 4. Department of Physics, Meiji University

The motivation of this study is further understanding of dayside magnetosphere and terrestrial atmosphere coupling system by using continuous observation. Dayside aurora, polar patch, and airglow should be key phenomena for the understanding. In particular, those phenomena in near infrared (NIR) wavelength are crucially important because lower background sky luminosity by Rayleigh scattering may allow us to conduct ground-based optical observation even in dayside. Continuous dayside optical monitoring with high temporal and spatial resolutions in aurora region and cusp give us a clue to understanding of substorm pre-onset sequences at cusp region, magnetopause dynamics related to solar wind shocks, and wave-particle interactions due to electromagnetic ion cyclotron waves and whistler mode chorus. However, NIR aurora has a total lack of its spectral information with enough resolution to make a feasibility study in comparison to that in visible wavelength.

We designed a narrow field spectrometer with medium-high spectral resolution that mainly consists of Czerny-Turner type imaging spectrometer (HORIBA, iHR320) with one entry port and two exit ports. This spectrometer has two mirrors and three diffractive gratings in a rotating turret. A toroidal mirror for collimating corrects for astigmatism so that the tangential (resolution optimized) and sagittal (imaging optimized) focal planes cross at the center of the focal plane. Another larger focus mirror allows the entire flat field to be used without vignetting. Collecting optics, equipped outside the spectrometer, are a gold coated off-axis parabolic mirror and a NIR longpass filter for removal of secondary diffracted light in visible wavelength. Using 1-d InGaAs array (1024 pixels) and 600 gr/mm grating, spectral range and spectral range per pixel are 119 nm and 0.11 nm/pixel, respectively.

We started ground-based spectroscopic observation in NIR wavelength ranging from 1.0 to 1.6 microns, which covers strong OH airglow emissions and auroral emissions in $N_2$1st Positive (1.2 microns) and N_2^+ Meinel (1.1 and 1.5 microns) [Jones 1974; Zhou et al., 2007], at Syowa Station (69.0˚S, 39.6˚E) in Antarctica from March 2018. OH airglow spectrum in NIR can be well resolved even in water vapor absorption region. OH rotational temperature is successfully estimated using OH 3-1 band P1(2) and P1(4) emissions. However, auroral emissions were not clearly identified at 1.52 micron (N2+ Meinel) so far. Further investigations are needed including 1.10 micron (N2+ Meinel) and 1.24 micron (N2 1P). In this presentation, we are going to report results in more detail based on one year observation.

キーワード：近赤外波長領域、分光観測、オーロラ、大気光、中間圏界面、南極
Keywords: Near Infrared, Spectral observation, Aurora, Airglow, Mesopause, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region

*Chih-Yu Chiang[1], Tzu-Fang Chang[2,1], Sunny W. Y. Tam[1]

1. Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan

South Atlantic Anomaly (SAA) corresponds to a region where the geomagnetic field is relatively weak; such a magnetic field enables energetic particles from the inner radiation belt to penetrate closer to the Earth's surface more easily, thus resulting in relatively high level of radiation in the environment. In this study, we analyze the nighttime airglows in 2007 to 2008 in the SAA region by using the data from the ISUAL (Imager of Sprites and Upper Atmospheric Lightning) experiment aboard the FORMOSAT-2 satellite. We focus specifically on the measurements by the six spectrophotometers and the CCD Imager, which overall cover the spectrum from ultraviolet to infrared wavelengths. Based on our analysis, features of clear enhancements and annual variations at 337 nm, 391.4 nm and 777.4 nm are identified in the SAA region. Through comparing these multiple-band emissions, we can identify energy variation of incident particles and atmospheric compositions of SAA region.

Keywords: South Atlantic Anomaly, SAA, airglow, ISUAL, FORMOSAT-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1]
*Mayumi Hashimoto[1], Kosuke Heki[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Interaction between southward magnetic field in solar winds and the Earth’ s magnetosphere causes geomagnetic activities and auroral substorms. The auroral activity is associated with strong electric currents (auroral jet) within the auroral oval. This disturbs the geomagnetic field at high latitude region and is reflected in changes in the AE (Auroral Electrojet) index. At this time, atmospheric gravity waves, generated as a result of the heating of the atmosphere by electric currents, propagate toward the middle and low latitudinal regions and make Large-Scale Traveling Ionospheric Disturbances (LSTID). In this study, we observed ionospheric disturbance in Japan located in middle and low latitudes as the changes in TEC (Total Electron Content). Here we study the relationship between LSTID observed with multiple-GNSS (Global Navigation Satellite System), GPS, GLONASS, Galileo, and QZSS, and short-term changes in the high time resolution AE index time series.

In this study, we used the AE index one minute values from Kyoto University, World Data Center for Geomagnetism (wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp). As the GNSS observation point, we used Tsukuba (tskb), one of the IGS observation points in Japan with inter-frequency bias values available. To examine the relationship, we first identified the day when the AE index exceeded 2,000 nT between 2011 and 2017. Then, we converted the RINEX data files of tskb on these days to TEC, removed satellite and receiver biases, and converted them to vertical TEC (VTEC). We compared the AE index and VTEC for 22 cases, and the occurrences of LSTID were confirmed in 5 of them. In these cases, LSTIDs were observed 1 or 2 hours after the peak of the AE index. We estimated the propagation velocity in two ways, i.e. by calculating the time lag between the AE peak and LSTID arrivals in Japan and the distance between the auroral oval and Japan, and by comparing the times of TEC peaks within Japan. Both approaches showed the velocity of ~0.7 km/sec.

Since 2018 summer, the Japanese GNSS network started to track multiple GNSS including the Japanese Quasi-zenith Satellite System (QZSS) and to open the raw data on-line by RINEX 3.02 format. discuss the relationship LSTID and AE index. QZSS includes three satellites with quasi-zenith orbits (PRN01, 02, 03) and one satellite with geostationary orbit (PRN07). Generally speaking, GNSS-TEC data changes by the three reasons, (1) temporal change in ionosphere, (2) spatial change in ionosphere, and (3) apparent change by changes in satellite elevation angle. However, QZSS-TEC includes only (1), and useful in studying ionospheric disturbances without bothering about (2) and (3).

キーワード：大規模伝搬性電離圏擾乱、TEC、GNSS
Keywords: LSTID, TEC, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発
Basic development of accurate analytical method in order to determine coordinates of artificial illuminating clouds of Barium and Strontium for chemical-release rocket experiments

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2]
*Taro Watanabe[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Yoshihiro Kakinami[2]

1. 高知工科大学、2. 北海道情報大学
1. Kochi University of Technology, 2. Hokkaido Information University

極域カスプにおける中性大気加熱現象の観測的裏付けを得るためにはカスプにおけるジュール加熱と電場のゆらぎを見積もる必要があり、それを達成するために太陽極端紫外光(EUV)により短時間でイオン化するBaと短時間にはイオン化しないSrを観測ロケットから放出し、Ba^+とSrの共鳴散乱発光をトレーサーとして地上2地点から観測し極域カスプにおけるプラズマドリフトと中性大気風を同時観測する日米共同のロケット実験Cusp Region Experiment 1(CREX-1) が2014年11月に行われたが、カスプ領域の観測は行えなかった。現在、CREX-1の結果と課題を踏まえ、2019 年 12 月にカスプ領域の観測を目指すCusp Region Experiment 2(CREX-2)、 The Joint Japan-U.S. Cusp Heating Investigation(CHI)の2 機の観測ロケットを用いた宇宙実験を計画中である.

将来目標として、次回実験に向けて一意に発光雲の動きを三次元的にトレースするアルゴリズム開発を目指し、本研究ではその基礎としてCREX-1の画像データを利用して人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発を行った。

解析のはじめに、観測画像の輝度校正のために積分球を用いて行われたCREX-1光学観測系校正実験のRAW画像から校正用データを作成した。画像からイメージセンサに対するレンズ中心のズレとレンズの周辺減光特性を測定して、各条件における輝度代表値を決定するための画像中の平均範囲を決定した後、イメージセンサの露光特性を測定した。今回は、これまではJPEG画像からの解析を行なってきたが、無加工データの利用や輝度分解能向上を期待して新たにRAW画像を用いた解析手法の確立を目指し、JPEGとRAWの露光特性の比較を行った。次に、Sr発光雲1つに対して、輝度に対して線形補間内挿で画素間を補間した曲面および多項式近似を行なった曲面で最急降下法による最適化を行なって輝度極大を求めた。さらに手作業で決定した中心60点とその重心との比較を行い、これまで手作業で行われてきた中心決定作業を最適化で一意に行う事が可能か検討した。また、今後開発予定である画像中から発光雲を探索する処理においてノイズとなる背景光を除去するために背景光画像が必要だが、今回は同構図で背景のみの画像がなく、発光雲が写った画像を比較暗合成し背景光画像の作成を試みた。さらに、ターゲット画像と背景光画像の差の絶対値の総和を最小化する係数を最適化によって求め、これを用いて背景光の明るさの時間変化に追従する手法も試みた。

柿並 他(2015)によるJPEG画像から測定した露光特性と、今回解析したRAW画像の露光特性を比較すると、JPEGでは弓形のガンマ曲線となっているがRAW画像では線形となったことから、JPEG画像の露光特性は現像時の「味付け」だと考えられる。また最急降下法では、開始点8点すべてから同じ点に収束したことから一意に決定するという点では有効だと考えられる。ただし連続画像に対して発光雲を二次元トレースしたときの発光雲の軌跡は最急降下法と手作業ではあまり似ておらず、最急降下法で得られる点は真の中心ではない可能性がある。最後に、比較暗合成および背景光の明るさ変化に追従した背景光除去については、背景光とその勾配が効果的に除去でき、発光雲と星を抽出できたが、合成画像に発光雲の影が残り、除去時に発光雲の形状に影響を及ぼしていた。また、太陽高度が高くなると太陽方向で背景光が急激に明るくなり、低仰角の背景光が除去しきれなくなった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結論として、RAW画像の利用により8 bitから14 bitの輝度分解能の向上のほか各色チャンネルの無加工データ抽出によるSN向上や線形の露光特性が得られるなど、数値解析におけるRAW画像の有用性が示された。発光雲の中心決定手法については、最急降下法は一意に極大を求められるが真の中心でない可能性があるため、今後別の手法を検討し、最適な手法を模索していく。背景光除去については、背景光勾配除去に対しては効果的であるが合成段で残る発光雲の影の影響が大きいという課題がある。この結果を踏まえて今後、最終的には発光雲の三次元トレースを行うアルゴリズムの開発を行っていく。

参考文献：
柿並義宏, 渡部重十, 山本真行, 木原大城, M. Conde, M.F. Larsen, カスプ領域でのバリウム・ストロンチウムを用いた熱圏風・プラズマドリフト計測，第 138 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 2015.

キーワード：観測ロケット、極域カスプ、中性大気風、プラズマドリフト、熱圏
Keywords: Sounding Rocket, Polar Cusp, Neutral Atmospheric Wind, Plasma Drift, Thermosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動
Neutral and plasma density perturbations in the top-/bottom-side ionosphere associated with MSTIDs

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5]
*Shin Suzuki[1], Jaeheung Park[2], Yuichi Otsuka[3], Kazuo Shiokawa[3], Huixin Liu[4], Hermann Luehr[5]

1. 愛知大学地域政策学部、2. Korea Astronomy and Space Science Institute、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター、5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences
1. Faculty of Regional Policy, Aichi University, 2. Korea Astronomy and Space Science Institute, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Earth and Planetary Science Division, Kyushu University SERC, Kyushu University, 5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences

Medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) are a well-known wavy structure in the F-region ionosphere. They typically have a horizontal wavelength of several hundred kilometers and a periodicity of about one hour. Although, the MSTIDs were considered to be caused by atmospheric gravity waves, recent studies have suggested that the generation of the MSTID in nighttime is highly associated with coupling processes between the E- and F-region electrodynamics. To confirm the different processes in the MSTID generation in daytime and nighttime, CHAMP satellite measurements would be greatly helpful; CHAMP plasma and neutral density data obtained in the day- and night-side sector can monitor the phase relations between the neutral (i.e., atmospheric gravity wave) and ionospheric plasma perturbations simultaneously at the top-side F-region (approximately 400 km).

As the first step in the abovementioned research, we compared the MSTID signatures between the CHAMP and ground-based 630-nm airglow measurements to validate the MSTID detection by CHAMP. Airglow imaging is a quite useful technique to investigate two-dimensional characteristics of the nighttime MSTIDs. Horizontal parameters of the MSTIDs (such as wavelengths, motions, and their spatial extent) can be estimated directly with a high spatial and temporal resolutions through the 630-nm airglow emission in the bottom-side F-region. Previous study by Park et al. [2009, JGR] made an investigation of spatial signatures regarding one MSTID event using airglow images along the CHAMP orbit. The Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, has operated airglow imaging network, as the OMTI system, around the world since 2000; this network gives much more chance to make coordinated measurements with CHAMP. We found three clear MSTID events (March 15, 2004, February 15, 2007, and January 12, 2007) in which CHAMP passed over the field-of-views of the OMTI camera.

In this presentation, we will report phase relations between the neutral and plasma density perturbations associated with the MSTID events.

キーワード：中規模伝搬性電離圏擾乱
Keywords: MSTID

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ロケットによる電離圏TEC変動解析
Analysis of ionospheric TEC fluctuation by rocket

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2]
*Tsuyoshi Takegawa[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Takuya Tsugawa[2], Michi Nishioka[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 情報通信研究機構
1. Graduate School of Integrated Science and Technology, Chiba University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

先行研究より，巨大地震や台風，火山噴火といった地表付近の現象に伴って大気波動が生じ、これにより電離圏変動が引き起こされることが知られている。近年ではロケットによっての電離圏変動が確認されており、先行研究でもテポドン2号による電離圏変動が報告されている(Lin et al., 2014,2017)。発射から約5分後に電離圏変動の第一波としてロケットの排気によっての化学反応から電子が減少、そして発射から約30分後に第二波が確認されている。そこで本研究ではH2Aロケット25号29号の打ち上げに伴うTEC変動の解析を、GEONETデータを用いて行った。その結果、H2Aロケットの発射から５分後にロケット軌道より約100 kmの距離に、VTECの大きな減少として電離圏変動の第一波が観測された。また音波のレイトレーシングにより変動が観測された時間は、ロケットの軌道上の点からTEC貫通点まで音波が伝搬する時間と一致することが確認された。また、ロケット発射から30分後に第一波に比べ変動周期の早い第二波が先行研究と同様に確認された。第二波の到達時間を第一波と同様に計算したところ地面に1回反射した後の到着時間と一致したことが明らかになった。

キーワード：電離圏、ロケット、TEC
Keywords: ionospheric, rocket, TEC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析
Examinations of the ionospheric perturbation associated with H-IIA rockets launching

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2]
*Junpei Yamazaki[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Keisuke Hosokawa[2], Ichiro Tomizawa[2]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

大規模な地震や火山の噴火などの自然災害により、電離圏において擾乱が発生することが報告されている。これは自然災害により生じた音波や大気重力波が電離圏に伝播するためである。また、ロケット打ち上げに伴う大気波動や排出煙によりテポドン打ち上げに伴い、TEC 変動が発生することがGEONETデータによる解析結果として報告されている(Lin et al.,2014,2017)。テポドンは日本の上空を通過したが、日本上空を通過しないロケットについて、ロケットの軌道から離れた位置における電離圏の変動は極めて報告が少ない。そこで、本研究ではHF ドップラー観測を用いて、H-IIA ロケット(25 号、25 号) 打ち上げに伴う、比較的離れた位置での電離圏の変動を解析した。

ロケット打ち上げに伴い、柿岡、藤沢(26 号のみ)、菅平の各観測点で、ロケット打ち上げから約35 分後にドップラーシフトの変動が確認された。この時刻は、ロケットからの音波が地面で1 回反射後に観測点に届いた時刻と一致したことが音波のレイトレイシングの結果より確認された。また、これらの変動周波数は5~10 mHz(周期では100~200 s) の帯域の変動強度が上昇していることがどちらのイベントでも確認された。これはLin et al(2014)でのロケット軌道の近くのTEC 変動と同様であった。ドップラーシフトについては、ロケットからの音波が直接観測点に到達した変動よりも、1 回地面に反射して観測点に到達した変動のほうが大きかった。この理由として、ロケットからの音波が地面で反射せずに直接観測点に到達した経路が、高度約200~250km を通過していたことが考えられる。一般に高高度において、約10mHz の大気波動は強く減衰を受けるため、直接観測点に到達した音波の振幅は減衰し、電離圏の変動が小さかったと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2]
*Yuki Nakashima[1], Kiwamu Nishida[1], Yosuke Aoki[1], Kosuke Heki[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 北海道大学理学研究院自然史科学専攻
1. Earthquake Research Institute, 2. Natural History Sciences, Hokkaido University

This study discusses the amount of energy emitted to the atmosphere as acoustic waves of less than 0.01 Hz by the 2015 Kuchinoerabujima volcano, southwest Japan, eruption derived from barometers, broadband seismometers, and GNSS-TEC observations.
Kuchinoerabujima is one of the volcanic islands of active recently. The volcano erupted at 0:59 UT on 25th May 2015. Many previous studies pointed out that this is a phreatomagmatic eruption and involves a lateral signal (e.g., Kobayashi, 2017; Matsuzawa et al., 2016; Yamada et al., 2017). Yamada et al. (2017) found that barometric data include two phases in about 20 sec. In the first stage, the volcanic plume went up with a pressure pulse, and the second another pulse corresponds to the plume growing laterally. The seismic source time function of that has a component of north-south direction obviously (Matsuzawa et al. 2016).
We found atmospheric disturbances with a characteristic frequency of ~0.01 Hz in all the observations. The frequency range is equivalent to the highest part of the detectable band in the ionosphere. We detected the signal of lower atmospheric perturbation from F-net, an array of broadband seismometers installed by NIED, and a barometer array along the Japanese coastline in front of the Pacific ocean by AIST. As the ionospheric observation, we used GNSS-TEC time series extracted from GEONET 1 Hz sampling data. The waveform feature is very similar to ionospheric disturbances excited by Asama volcano on 1st September 2004 (Heki, 2006; Chonan et al., 2017).
We tried to reproduce the observed signal and estimate the magnitude of the energy source using the ray-tracing method. Atmospheric parameters are inputted from NRLMSISE-00 (Picone et al., 2002), HWM-14 (Drob et al., 2015), IRI2016 (Billitza et al., 2016), and IGRF-12 (Thébault et al., 2015). We put an isotropic energy source on the ground in the windy atmosphere.
The estimated travel time by ray-tracing is consistent with the observation, indicating that the excited atmospheric perturbation simply propagates isotropically without wave broadening due to dispersion discussed in Dautermann et al. (2009a).
If we choose the source energy as 10^8 J, our model expects about one-third of the observed signal in both the lower atmosphere in the far field and the ionosphere. This amount of energy is 10^{1-2} times larger than that of the 2004 Asama eruption estimated from TEC observation (Heki, 2006). It seems to depend on not only the difference of volcanic eruption magnitude but also the crude assumption like ignoring the geomagnetic effect and geometrical spreading same as Dautermann et al. (2009) suggested.
We were not able to find any evidence for anisotropic radiation of energy as stated in some previous studies, suggesting that infrasound of such very low frequencies infrasound (< ~0.01 Hz) responds to with a longer time constant such as the growth of the thermal plume.
Acknowledgment
We would thank GSI, JMA, AIST, and NIED which provide GNSS, barometer, microphone, and broadband seismometer data.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：GPS-TEC、GNSS-TEC、火山噴火、インフラサウンド、広帯域地震計
Keywords: GPS-TEC, GNSS-TEC, Volcanic eruption, Infrasound, Broadband seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出
Detection of spread-F echoes in ionograms using machine learning

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]
*Hiroyuki Nakata[1], Yuta Goto[2], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 千葉大学工学部電気電子工学科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Electrical and Electronics Engineering

Ionospheric irregularities referred to as equatorial spread-F is very important phenomena in terms of radio wave propagation because their spatial scales are from centimeters to tens of kilometer and they affects wide-band radio waves. Therefore, they influence the reliability of satellite-ground communications, navigation systems and so on. The ionogram is one of the important observation system of spread-F. Because the detection of spread-F in the ionogram is done manually, detection of spread-F could be replaced with automatic detection by developing an excellent machine learning system. In this study, therefore, we have developed a method to detect spread-F in the ionogram automatically using machine learning.
In this detection process, we have arranged two classifiers for typical frequency-type and mixed (frequency-type and range-type) spread-F echoes in the ionograms. A number of correct images must be prepared for these classifiers to learn the feature values of spread-F. To do so, ten thousands of correct images were generated by create_samples utility provided by OpenCV library. Using these classifiers, we have detected the both types of spread-F echos in the ionograms observed at 4 observatories (Wakkanai, Kokubunji, Yamagawa, Ogimi) utilized by National Institute of Information and Communications Technology. The detection rates of both types of spread-F echos are from 50% to 73% and both classifier detected both types of spread-F echos similarly. Namely, the classifier for the frequency-type spread-F echo detected both of the frequency-type and mixed-type echos, and vice versa. In case where the two types of spread-F echos are not distinguished, on the other hand, both of classifiers detect 80% of total spread-F echos. In addition, the classifiers also picked up some other phenomenon , such as overlapped traces of O-mode and X-mode, multi-hop trace.
As for the future plan, there might be several way to improve the detection rate; to use more classifiers, to make the classifiers be precisely with more training data, and so on. However, a number of correct images are inevitable in machine learning. In order to prepare such a number of images, it may be effective to generate training data using deep generative model.

キーワード：スプレッドF、イオノグラム、機械学習
Keywords: spread F, ionogram, machine learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価
Evaluation of GNSS-TEC receiver performance for sounding rocket installation

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1]
*Makoto Okumura[1], Yuki Ashihara[1]

1. 奈良工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Nara College

地球大気の上層に存在する太陽光線に含まれるX線や紫外線などにより電離された多電子領域は、電離圏と呼ばれている。電離圏擾乱は衛星通信障害やGNSSの測位誤差を引き起こすが、その生成過程の解明には電離圏電子密度の空間構造観測が不可欠である。

電離圏観測は、Ionosonde、GNSS-TEC等をはじめとしたリモートセンシング手法で行われるのが一般的である。IonosondeはF領域の電子密度ピーク以下の高度について、GNSS-TECは伝搬経路上の全電子数について観測できるが、電離圏の空間構造は得られない。そのため、空間構造観測にはパルスレーダ等が用いられる。本研究では、電離圏観測手法の新たなアプローチとしてロケットGNSS-TECトモグラフィ法を提案する。観測ロケットにGNSS-TEC受信機を搭載し、電離圏E領域とF領域の境界を飛翔することで、F領域のみのTECデータが取得できる。

観測ロケットは1～2Hz程度の速度でスピンするため、観測ロケット構体側面にGNSSアンテナを取り付ける場合には受信信号が不安定となると予想される。そのため、観測ロケットの構体モデルを製作し、地上回転試験を行った。実験に際しては、地上反射波の影響を受けないように配慮した。本研究では、取得したデータの搬送波位相の解析を行ったところ、回転速度が定常状態では概ね位相データが得られた。しかしながら、TECを算出したところ、定常状態でも60 TECU以上の変動がみられたため、アンテナシステムの再検討が必要である。

キーワード：電離圏、GNSS-TEC、観測ロケット
Keywords: ionosphere, GNSS-TEC, sounding rocket

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Relationship between mesosperical airglow disturbance and occurrence of equatorial plasma bubbles

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3]
*Ryota Okada[1], Akinori Saito[1], Takafumi Ikeda[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Takuya Tsugawa[2], Takeshi Sakanoi[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University

Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere and Plasmasphere mapping mission from the ISSのVisible and near Infrared Spectral Imager(ISS-IMAP/VISI)の波長762nm大気光データを解析し、中間圏における大気重力波がプラズマバブルの発生にどのような影響を与えているのか調べた。赤道電離圏において電子密度が大きく減少した領域が観測されることがあり、プラズマバブルと呼ばれている。プラズマバブルは、電離圏底部の微小擾乱がレイリー・テイラー不安定性によって成長するという発達機構が考えられているが、先行研究からはこの微小擾乱としては中規模（~600km）の大気重力波が有力視されている。大気重力波の発生には経度や季節による変動が予想されており、また数日程度の短周期の変動があると考えられている。そのような大気重力波の変動が、プラズマバブルの発生においてレイリー・テイラー不安定性の成長率だけでは説明できない変動の原因となっていると考えられる。大気重力波の経度による変動としては、ISS-IMAP/VISIの波長762nm大気光データを用いて同心円上大気重力波の分布を示した先行研究によりアフリカ西部地域の方が東部地域よりも同心円上重力波が多く見られることが報告されており、近接する地域でも発生が大きく異なることが知られている。本研究では中間圏における大気重力波がプラズマバブルの経度による出現特性の違いにどのように寄与しているのかを調べた。ISS-IMAP/VISIは2012年９月から2015年８月に渡って夜間の大気光を高度約400kmを約8km/sで移動しながら天底方向に、軌道方向に対して45度の前後２方向への視野で観測した。ISS-IMAP/VISIから得られた波長762nm大気光データを解析して高度95kmにおける大気の擾乱度を同定した。GPS-Total Electron Content（TEC）データの偏差の標準偏差値、Rate of TEC Index (ROTI)を用いて得られたプラズマバブルの発生率や大気圏・電離圏統合モデルGround-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy(GAIA)によって得られたパラメータから算出されたレイリー・テイラー不安定性の成長率などと比較した。GPS-TECデータによるプラズマバブル発生の様子と大気圏・電離圏統合モデルGAIAの結果から算出して得られたレイリー・テイラー不安定性の線形成長率との関係性にISS-IMAP/VISIの762nm大気光データから得られる高度95kmの大気重力波の活動度がどのように関わるのかについて調べた結果を報告する。

キーワード：プラズマバブル、大気光
Keywords: Equatorial Plasma Bubbles, Airglow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

Analysis of parameters controlling the occurrence and growth of equatorial plasma bubbles using GAIA

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5]
*Hiroyuki Shinagawa[1], Hidekatsu Jin[1], Yasunobu Miyoshi[2], Hitoshi Fujiwara[3], Tatsuhiro Yokoyama[4], Yuichi Otsuka[5]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 成蹊大学理工学部、4. 京都大学、5. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Faculty of Science and Technology, Seikei University, 4. Kyoto University, 5. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

我々はこれまでの研究で、全大気圏-電離圏結合モデルGAIAを用いて電離圏におけるレイリー・テイラー(R-T)不安定性の線形成長率を求め、観測との比較を行ってきた[Shinagawa et al., 2018]。その結果、R-T不安定性の線形成長率が高い値を持つ日は赤道プラズマバブルが実際に発生さた日とかなりよく一致することがわかった。従来から言われているように、GAIAモデルの線形成長率の解析から、赤道プラズマバブルの発生・成長は下層大気からの大気波動と地磁気活動の両方の影響を受けることが示唆されている。しかし、電場、電子密度、中性大気の密度、速度などのさまざまなパラメータのうち、何がどの程度効いているかについては、定量的に明らかになっていない。本発表では、これらのパラメータが変化した時に、R-T不安定性の線形成長率がどのように変わるかを調べ、赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの重要性を調べた結果を報告する。

キーワード：電離圏、大気圏、モデル、プラズマバブル、線形成長率、パラメータ
Keywords: Ionosphere, Atmosphere, Model, Plasma bubble, Linear growth rate, Parameter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

A three-dimensional numerical model to study the modulation of midlatitude E_s-layers

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1]
*Satoshi Andoh[1], Akinori Saito[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Shin'ichi Miyazaki[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

中緯度におけるスポラディックE層の生成・発達・消滅のメカニズムを解明するための３次元数値モデルを開発した。

スポラディックE層（以下Es層）は、高度100 km付近に生じるプラズマの高密度層である。Es層は熱圏・中間圏から伝播してくる大気波動や電離圏E-F領域の電磁気学的結合によって影響を受けるため、超高層大気の物理を理解するうえで重要な現象であるといえる。

現在、Es層の発生機構はWindShear理論が通説となっている。それによるとEs層の成因は東西中性風シアー起因のものと南北中性風シアー起因のものの２つに大別できる。この2つの成因のどちらの寄与がEs層形成に大きいかは高度によって異なってくる。

近年では観測の充実により、Wind shear理論だけでは説明のできないEs層の不均一な構造が発見されてきている。この構造は大気重力波によるEs層の変調、中性風シアーによるKelvin-Helmholtz不安定性、Es層不安定性などが原因として考えられている。これら一つ一つを原因として不均一構造を再現した数値モデルは存在するが、３つの原因全てを考慮して再現したモデルはいまだない。時間が経過するほどに一つ一つの原因がどれくらいEs層の不均一構造へ影響を与えるかの一貫性のある説明のために、そのようなモデルの開発は必要不可欠である。

我々が開発した３次元数値モデルはO^+、O_2^+、N^+、N_2^+、NO^+、Ca^+の計６種のイオンを含み、一様に分布させた地球磁場中において、イオンの輸送過程、化学過程の双方を解く。また、中性大気密度の背景場としてはNRLMSISE-00を用いている。計算領域では鉛直方向に高度85 kmから305 km、経緯度方向に5度×5度の三次元極座標を使用しており 、分解能はそれぞれ1 km、0.1度である。それに加えて、時間分解能は1秒である。
本モデルは緯度、経度、UTを入力パラメータとし、上記の計算領域内で、中緯度帯の電離圏シミュレーションを行なう。

本発表では擬似的な東西・南北中性風シアーとして中性風速度の振幅を鉛直方向に正弦波的に与え、低高度・高高度において東西・南北どちらの中性風シアーがCa^+の高密度層形成により影響を与えるかを再確認した。
結果として、低高度では東西風シアーの影響が大きく、高高度では南北風のシアーの影響が大きいという従来の研究と整合的な数値実験結果が得られた。
また、GSWMモデルやHWM14モデルの中性風を本モデルに組み込むことで、より現実に即したEs層の発生機構を吟味した。

これらを踏まえたうえで発表では今後の展開を紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：スポラディックE層、中緯度、シミュレーション、電離圏
Keywords: sporadic E layer, midlatitude, simulation, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Statistical analysis of the horizontal phase velocity distribution of mesospheric and ionospheric waves observed in airglow images in Hawaii

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4]
*Hideto Naito[1], Kazuo Shiokawa[1], Yuichi Otsuka[1], Takeshi Sakanoi[2], Akinori Saito[3], Takuji Nakamura[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4. 国立極地研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Department of Geophysics, Graduate school of science, Kyoto University, 4. National Institute of Polar Research

Matsuda et al. [JGR, 2014]は、3次元高速フーリエ変換を用いて画像中に見られる波のパワースペクトル密度の水平位相速度と伝搬方向の導出手法を提案した。Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]はこの手法を日本の信楽観測点や陸別観測点での観測に当てはめ、16年間の長期の大気波動の変動を明らかにした。しかし、この手法を赤道近くで得られた大気光画像の解析に用いた例はない。本研究では、信楽や陸別と緯度・経度・地形が大きく異なるハワイのハレアカラ観測点(20.7°N, 203.7°E)で2013年から2016年の3年間に得られた波長557.7 nmと630.0 nmの大気光画像にMatsuda et al. [JGR, 2014]の解析方法を適用し、この赤道近くの低緯度域での大気重力波とMSTIDの統計的な特徴を明らかにするとともに、Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]による信楽や陸別で見られた特徴との比較を行った。3年間の位相速度スペクトルの平均から、波長557.7 nmの大気光画像に見られた大気重力波は、伝搬方向に関しては、夏に真東と真西方向に伝搬する波が少なく、冬に南に伝搬する波が多かった。パワースペクトル密度に関しては、春と夏が強く、冬が弱かった。信楽や陸別では、夏に東、冬に西と伝搬方向が反対になることが分かっていたが、ハレアカラでは夏と冬の東西方向の伝搬に違いは見られなかった。これは中間圏ジェット気流のピーク近くの緯度に位置する陸別と信楽に対し、ハレアカラは中間圏ジェット気流のピークから離れた緯度に位置するため、中間圏ジェット気流によるウインドフィルタリング効果が陸別と信楽に比べて小さく、波の伝搬方向の制限をあまり受けなかったためだと考えられる。波長630.0 nmの大気光画像に見られたMSTIDの解析では、強いスペクトルを示す晩が4晩あり、これらの晩のスペクトルに平均スペクトルが大きく依存してしまうことがわかったため、スペクトルの強い晩のデータを取り除いて、季節ごとの平均水平位相速度スペクトルを計算した。スペクトルの強い日を除いた平均スペクトルは、夏に北西～南方向と北～南東方向が多く、秋は南東方向が多かった。パワースペクトル密度に関しては冬が最も強く、主に東西方向に波が伝搬していた。また春は全体的にパワースペクトル密度が弱かった。またハレアカラの結果を信楽と陸別の結果と比較すると、信楽と陸別では季節を問わず、南西方向の波が卓越する一方で、ハレアカラでは南西方向の波の卓越は見られなかった。また波のパワースペクトル密度の比較ではハレアカラのほうが弱かった。これはMSTIDに伴う分極電場が真夜中前では低緯度側に存在する赤道異常によって減衰するためであり、真夜中後でもMPB(Midnight Pressure Bulge)に関連すると思われる低緯度側から極向きに移動するMBW(Midnight Brightness Wave)によって減衰するためと考えられる。(Narayanan et al., JGR, 2014)

キーワード：大気重力波、中規模伝搬性電離圏擾乱、ハワイ
Keywords: Atmospheric gravity waves, Medium-scale traveling ionospheric disturbances, Hawaii

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定
Estimation of mesospheric OH temperature by observation data by ISS-IMAP VISI

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3]
*Ryo Murakami[1], Akinori Saito[1], Takeshi Sakanoi[2], Yuta Hozumi[3]

1. 京都大学、2. 東北大学、3. 電気通信大学
1. Kyoto University, 2. Tohoku University, 3. University of Electro-Communications

一般に、衛星観測のデータは地上観測のデータと比較して波長分解能が劣るため解析が困難である。この研究では 2012 年から 2015 年にかけて ISS-IMAP ミッションで国際宇宙ステーションに搭載された観測装置である可視・近赤外分光撮像装置(VISI) による中間圏の大気光の発光のデータを解析し高度 85 km 付近の中間圏の OH 発光層の温度推定を試みる。従来の研究から、OH 分子がある振動準位間での遷移を行うときの回転レベルの相対存在分布はボルツマン分布に従い、この分布は OH 分子の回転温度によって決定づけられることが知られている。この性質を用いて OH の多波長データから温度の推定を試みる研究はこれまで地上観測のデータに対してのみ用いられてきた。本研究ではこの手法を宇宙空間からの観測のデータに対して適用し、これまでに得られたことのない空間的に大規模な温度分布図を得ることを目指す。解析には Calibration モードと Spectral モードの二種類のモードのデータを用いる。Calibration モードのデータは 500 ~ 900 nm の波長域で観測機器の受光部全体を用いて観測データを記録しており、Spectral モードのデータは 6 つの ROI (Region of interest) の波長域に絞って観測を行い、空間的な位置情報とともに観測データが記録されている。解析は Spectral モードのデータを中心に行う。828nm 付近の OH の多波長データに対して、宇宙線による Salt-and-pepper-noise の除去や random sample consensus アルゴリズムを用いた人工的なノイズの含まれるデータの除去を行い、得られたスペクトル図に対して波長分解能の低さを補うためにガウス関数によるフィッティングを行ったうえで温度の推定を試みた。

キーワード：電離圏、大気光、中間圏、OH、ISS-IMAP、温度
Keywords: ionosphere, airglow, mesosphere, hydroxyl, ISS-IMAP, temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

Implementation of photochemical process of NOx and HOx into a whole atmosphere GCM

*三好 勉信[1]、藤原 均[2]
*Yasunobu Miyoshi[1], Hitoshi Fujiwara[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 成蹊大学理工学部
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Seikei University

中間圏界面領域において、NO分布は赤外放射にとって重要であるし、HOxは、オゾン生成や消滅過程を理解するうえで不可欠である。したがって、NOx・HOxの生成・消滅・輸送過程を数値モデルに正確に組み込むことは、中間圏界面付近での熱収支や大気大循環を理解するうえで極めて重要である。そこで本研究では、を含んだ全大気大循環モデルにNOx・HOxに伴う光化学過程を組み込むこととした。これらの光化学過程を組み込むことで、太陽活動変動が、中間圏・熱圏に及ぼす影響についてより正確な見積もりが可能となる。また、二酸化炭素増加による中層・超高層大気の寒冷化などについてもより正確なエネルギー収支の見積もりが可能となる。本発表では、NOx・HOxに伴う光化学過程のモデルへの組み込みの現状や初期結果について報告する。さらに、今後の光化学過程の開発予定についても紹介する。

キーワード：大気大循環、光化学過程
Keywords: the general circulation of the atmosphere, photochemical process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

Development of a Lagrangian chemical transport model to understand the mechanism of composition change due to change in atmospheric environment

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1]
*Shingo Nakanishi[1], Tomoo Nagahama[1], Akira Mizuno[1], Tac Nakajima[1], Riku Ishijima[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

中間圏の大気微量分子組成は、そこでの大気密度が小さいことから地球内外の環境変動の影響を受け、大きく変動する。近年人工衛星等による観測から、太陽活動に起因した高エネルギー荷電粒子の地球大気への大規模な降りこみ（Energetic Particle Precipitation: EPP）による極域中間圏のNO_xやHO_x増加とそれによるオゾンの減少が検出されており、同様のことが磁気圏加速電子の降りこみ等、各種の高エネルギー粒子の振りこみ現象に付随して起こることが予想される。そこで我々は、これまでに北海道陸別町、昭和基地（南極）、アタカマ高地（チリ）、リオ・ガジェゴス（アルゼンチン）、トロムソ（ノルウェー）にミリ波分光観測装置を設置し、成層圏・中間圏のオゾンやNO_x・HO_x、オゾン層破壊物質等の大気微量分子の定常観測を行い、高エネルギー粒子の振りこみ等の自然現象による大気組成変動機構に関する研究を進めている。

これらの観測に加えて、我々は様々なEPP等による成層圏・中間圏の大気微量分子組成変動機構を解明し、その影響を評価するために、局所的・突発的なイベントのシミュレーションに適しているラグランジュ型化学輸送モデルの開発を進めている。このモデルはラグランジュ型拡散モデル（FLEXPART）を拡張し、中間圏の気象場データと化学反応過程を取り込んだものである。FLEXPARTは現在、気象場のインプットデータとしてNCEPとECMWFの再解析データが利用でき、地表から高度約40kmまで流跡線解析が可能であるが、本研究の対象である中間圏は含まれていない。そこで我々は、シミュレーション範囲を中間圏まで拡張するために、新たにインプットデータとしてMERRA2再解析データを利用できるように拡張し、地表から高度約80kmまでの流跡線解析が可能となった。流跡線解析の正確性を確かめるために高度15km,45km,55km,70kmで1週間の流跡線解析を行い、他の流跡線解析モデルと比較を行った。また、FLEXPARTでは化学反応過程としてOHによる消失のみを考慮しているが、EPP等による化学反応過程では、中性分子の反応だけでなく、イオン分子反応、電離・解離、イオン再結合などを含むため、非線形化学反応を別途計算する必要がある。そこで我々は、化学反応計算ソフトウェアであるKinetic Preprocessor（KPP）をFLEXPARTに組み込むことで、成層圏・中間圏における各種化学反応過程を取り込んだ。これまでに、KPP単体で成層圏・中間圏の化学反応を計算し、中間圏オゾンの昼夜変動を確認した。

発表では、他の流跡線解析モデルとの比較結果と、いくつかのEPP事例のシミュレーション結果を発表する。

キーワード：中間圏、オゾン、高エネルギー粒子、化学輸送モデル
Keywords: mesosphere, ozone, high energy particle, chemical transport model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-EM16] 大気圏・電離圏

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

本セッションでは、対流圏から熱圏にいたる地球大気中における種々の物理・化学過程、および大気上端の領域である電離圏・中間圏・熱圏における中性大気と電離大気の相互作用やエネルギー収支、力学、化学過程を議論する。磁気圏あるいは各大気層との上下結合に関する話題も広く歓迎する。これらの領域において生じる各種の現象に関して、衛星・ロケット観測や地上の電波・光学観測等に基づく研究成果と、数値シミュレーションや理論研究成果、及び新しい観測装置の開発に関する研究などについて総合的な議論を深める。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

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

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

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

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

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

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

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

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

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

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

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

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

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

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Temporal and spatial variation of GPS phase scintillation during substorms and auroral breakups

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8]

*Paul Prikryl[1,2], James M. Weygand[3], Reza Ghoddousi-Fard[4], P. Thayyil Jayachandran[1], David R. Themens[1], Anthony M. McCaffrey[1], Bharat S. R. Kunduri[5], Emma Spanswick[6], Yongliang Zhang[7], Akira Sessai Yukimatu[8]

1. ニューブランズウィック大学物理学部、2. カナダ天然資源地磁気研究所、3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8. 国立極地研究所
1. Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada, 2. Geomagnetic Laboratory, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California, Los Angeles, CA, USA, 4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, USA, 6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary, AB, Canada, 7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, MD, USA, 8. National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

高エネルギー粒子の降込みによって生じる電離圏構造の変化はGPS観測に悪影響を及ぼし、位相シンチレーションおよびサイクルスリップ（ロックの喪失）を引き起こす可能性がある。GPS位相シンチレーションは、オーロラの強度と、特にオーロラの明るさの急激な変化と相関する [1,2,3]。夜側下向き領域1電流におけるサブストーム拡大期にみられる全電子量（TEC）の増大は、降下粒子フラックスの増加と関連しているように思われる[4]。このようなTECの増大は、サブストームとオーロラブレイクアップの直後に最も強い位相シンチレーションを発生させる。 位相シンチレーションは、カナダ高緯度北極電離圏観測網（CHAIN）からの特殊なGPSシンチレーション受信機によって50Hzのサンプリングレートで取得されたデータから求められる。プロキシシンチレーション指数は、1Hzサンプルの測地学的精度のGPS受信機の二重周波数測定から得られる。これには、カナダ測地調査所(CGS)によって広域に設置され、準実時間で監視されるRT-IGS観測網の受信機が含まれる。TECと位相シンチレーションの時空間変化について、球面基本電流系（SECS）法を用いて[5,6]、地上磁力計観測網から導出される等価電離圏電流との関連から研究し、位相シンチレーションとオーロラ発光の関係についても調べる。一般的に、GPS位相シンチレーションは、強い西向きの電流ジェットの領域内および東向きの電流ジェットの極側境界に沿って発生する。サブストームとオーロラブレイクアップに続いて、TECの増大に伴う強い位相シンチレーションは、主にHarang不連続領域乃至その近傍の、上向き領域2電流域、もしくは、下向き領域1電流の赤道側境界に投影される[7]。

キーワード：高緯度電離圏、GPS TECと位相シンチレーション、電離層電流
Keywords: High-latitude ionosphere, GPS TEC and phase scintillation, Ionospheric currents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究
Statistical study of SAPS occurrence characteristics using the SuperDARN Hokkaido HF radar

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1]
*Kento Oya[1], Nozomu Nishitani[1], Tomoaki Hori[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

オーロラ発光領域より低緯度側に位置するサブオーロラ帯における、電離圏での速い西向きのプラズマの流れを一般に、Sub-Auroral Polarization Stream (SAPS) という。これまでの研究によって、SAPSの発生メカニズムや統計的特徴は徐々に解明されてきている。特に、SAPSの特性や形態についての研究では、その発生確率・位置が、地磁気活動と強い関連をもっており、サブオーロラ帯における電子密度の変動はSAPSに大きな影響を与えるということが報告されている。

しかし、多くの研究では北アメリカ付近でのSAPSの傾向や様子を報告しているにすぎず、グローバルな広い視点においてどのような様子を示しているかは未だ解明されていない。そこで本研究は先行研究よりも低緯度に位置する日本付近のSAPSの統計解析を行うことでSAPSのグローバルな位置や発生しやすい時刻の傾向を捉え、先行研究で行った高緯度地域と、本研究における低緯度地域での比較を行うことで、SAPSのグローバルな予測モデル構築に貢献することが期待される更なる広い地域におけるSAPSの理解に繋げていく。

本研究では、2006年11月より稼働しているSuperDARN北海道-陸別短波レーダーを用いて、2007年1月1日から2016年12月31日までの10年間に及ぶデータを統計的に解析し、SAPSと考えることのできる電離圏プラズマ流の発生確率をMLT, MLATごとに調べた。本研究では、視線方向速度とエコーパワーのみに下記のような閾値を定め、さらに西向きプラズマ流であると仮定したうえで、SAPSイベントを同定した。

①LOS(Line Of Sight) velocity > 80 m/s　②Echo Power > 3 dB

結果としては、SAPSの基本的特徴といえる、夕方側から夜側に向かうにつれて発生緯度が低下する点や、地磁気活動の活発化に伴う低緯度化とともに、全体的な発生緯度の底上げや地磁気活動の上昇とともに発生する時間帯が遅くなるという、先行研究とは異なる特徴が現れることがわかった。さらに、北米レーダーでは設置場所による観測緯度範囲の制限のため捉えきることのできなかった、深夜から朝にかけて磁気緯度55°以下で見えるフローを捉えることに成功するなど、先行研究では結論付けられていなかったような新しいSAPSの特徴が示唆される。この結果はSAPSのグローバルな位置や発生緯度、さらには時間変化の理解のために不可欠であり、SAPSの予測モデル構築への寄与が期待される。

キーワード：電離圏-磁気圏相互作用、SAPS、SuperDARN、地磁気活動
Keywords: magnetosphere-ionosphere coupling, SAPS, SuperDARN, geomagnetic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4]
*Takanori Nishiyama[1], Takeshi Sakanoi[2], Makoto Taguchi[3], Hidehiko Suzuki[4]

1. 国立極地研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3. 立教大学理学部、4. 明治大学理工学部物理学科
1. National Institute of Polar Research, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 3. Rikkyo University, 4. Department of Physics, Meiji University

The motivation of this study is further understanding of dayside magnetosphere and terrestrial atmosphere coupling system by using continuous observation. Dayside aurora, polar patch, and airglow should be key phenomena for the understanding. In particular, those phenomena in near infrared (NIR) wavelength are crucially important because lower background sky luminosity by Rayleigh scattering may allow us to conduct ground-based optical observation even in dayside. Continuous dayside optical monitoring with high temporal and spatial resolutions in aurora region and cusp give us a clue to understanding of substorm pre-onset sequences at cusp region, magnetopause dynamics related to solar wind shocks, and wave-particle interactions due to electromagnetic ion cyclotron waves and whistler mode chorus. However, NIR aurora has a total lack of its spectral information with enough resolution to make a feasibility study in comparison to that in visible wavelength.

We designed a narrow field spectrometer with medium-high spectral resolution that mainly consists of Czerny-Turner type imaging spectrometer (HORIBA, iHR320) with one entry port and two exit ports. This spectrometer has two mirrors and three diffractive gratings in a rotating turret. A toroidal mirror for collimating corrects for astigmatism so that the tangential (resolution optimized) and sagittal (imaging optimized) focal planes cross at the center of the focal plane. Another larger focus mirror allows the entire flat field to be used without vignetting. Collecting optics, equipped outside the spectrometer, are a gold coated off-axis parabolic mirror and a NIR longpass filter for removal of secondary diffracted light in visible wavelength. Using 1-d InGaAs array (1024 pixels) and 600 gr/mm grating, spectral range and spectral range per pixel are 119 nm and 0.11 nm/pixel, respectively.

We started ground-based spectroscopic observation in NIR wavelength ranging from 1.0 to 1.6 microns, which covers strong OH airglow emissions and auroral emissions in $N_2$1st Positive (1.2 microns) and N_2^+ Meinel (1.1 and 1.5 microns) [Jones 1974; Zhou et al., 2007], at Syowa Station (69.0˚S, 39.6˚E) in Antarctica from March 2018. OH airglow spectrum in NIR can be well resolved even in water vapor absorption region. OH rotational temperature is successfully estimated using OH 3-1 band P1(2) and P1(4) emissions. However, auroral emissions were not clearly identified at 1.52 micron (N2+ Meinel) so far. Further investigations are needed including 1.10 micron (N2+ Meinel) and 1.24 micron (N2 1P). In this presentation, we are going to report results in more detail based on one year observation.

キーワード：近赤外波長領域、分光観測、オーロラ、大気光、中間圏界面、南極
Keywords: Near Infrared, Spectral observation, Aurora, Airglow, Mesopause, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region

*Chih-Yu Chiang[1], Tzu-Fang Chang[2,1], Sunny W. Y. Tam[1]

1. Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan

South Atlantic Anomaly (SAA) corresponds to a region where the geomagnetic field is relatively weak; such a magnetic field enables energetic particles from the inner radiation belt to penetrate closer to the Earth's surface more easily, thus resulting in relatively high level of radiation in the environment. In this study, we analyze the nighttime airglows in 2007 to 2008 in the SAA region by using the data from the ISUAL (Imager of Sprites and Upper Atmospheric Lightning) experiment aboard the FORMOSAT-2 satellite. We focus specifically on the measurements by the six spectrophotometers and the CCD Imager, which overall cover the spectrum from ultraviolet to infrared wavelengths. Based on our analysis, features of clear enhancements and annual variations at 337 nm, 391.4 nm and 777.4 nm are identified in the SAA region. Through comparing these multiple-band emissions, we can identify energy variation of incident particles and atmospheric compositions of SAA region.

Keywords: South Atlantic Anomaly, SAA, airglow, ISUAL, FORMOSAT-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1]
*Mayumi Hashimoto[1], Kosuke Heki[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Interaction between southward magnetic field in solar winds and the Earth’ s magnetosphere causes geomagnetic activities and auroral substorms. The auroral activity is associated with strong electric currents (auroral jet) within the auroral oval. This disturbs the geomagnetic field at high latitude region and is reflected in changes in the AE (Auroral Electrojet) index. At this time, atmospheric gravity waves, generated as a result of the heating of the atmosphere by electric currents, propagate toward the middle and low latitudinal regions and make Large-Scale Traveling Ionospheric Disturbances (LSTID). In this study, we observed ionospheric disturbance in Japan located in middle and low latitudes as the changes in TEC (Total Electron Content). Here we study the relationship between LSTID observed with multiple-GNSS (Global Navigation Satellite System), GPS, GLONASS, Galileo, and QZSS, and short-term changes in the high time resolution AE index time series.

In this study, we used the AE index one minute values from Kyoto University, World Data Center for Geomagnetism (wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp). As the GNSS observation point, we used Tsukuba (tskb), one of the IGS observation points in Japan with inter-frequency bias values available. To examine the relationship, we first identified the day when the AE index exceeded 2,000 nT between 2011 and 2017. Then, we converted the RINEX data files of tskb on these days to TEC, removed satellite and receiver biases, and converted them to vertical TEC (VTEC). We compared the AE index and VTEC for 22 cases, and the occurrences of LSTID were confirmed in 5 of them. In these cases, LSTIDs were observed 1 or 2 hours after the peak of the AE index. We estimated the propagation velocity in two ways, i.e. by calculating the time lag between the AE peak and LSTID arrivals in Japan and the distance between the auroral oval and Japan, and by comparing the times of TEC peaks within Japan. Both approaches showed the velocity of ~0.7 km/sec.

Since 2018 summer, the Japanese GNSS network started to track multiple GNSS including the Japanese Quasi-zenith Satellite System (QZSS) and to open the raw data on-line by RINEX 3.02 format. discuss the relationship LSTID and AE index. QZSS includes three satellites with quasi-zenith orbits (PRN01, 02, 03) and one satellite with geostationary orbit (PRN07). Generally speaking, GNSS-TEC data changes by the three reasons, (1) temporal change in ionosphere, (2) spatial change in ionosphere, and (3) apparent change by changes in satellite elevation angle. However, QZSS-TEC includes only (1), and useful in studying ionospheric disturbances without bothering about (2) and (3).

キーワード：大規模伝搬性電離圏擾乱、TEC、GNSS
Keywords: LSTID, TEC, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発
Basic development of accurate analytical method in order to determine coordinates of artificial illuminating clouds of Barium and Strontium for chemical-release rocket experiments

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2]
*Taro Watanabe[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Yoshihiro Kakinami[2]

1. 高知工科大学、2. 北海道情報大学
1. Kochi University of Technology, 2. Hokkaido Information University

極域カスプにおける中性大気加熱現象の観測的裏付けを得るためにはカスプにおけるジュール加熱と電場のゆらぎを見積もる必要があり、それを達成するために太陽極端紫外光(EUV)により短時間でイオン化するBaと短時間にはイオン化しないSrを観測ロケットから放出し、Ba^+とSrの共鳴散乱発光をトレーサーとして地上2地点から観測し極域カスプにおけるプラズマドリフトと中性大気風を同時観測する日米共同のロケット実験Cusp Region Experiment 1(CREX-1) が2014年11月に行われたが、カスプ領域の観測は行えなかった。現在、CREX-1の結果と課題を踏まえ、2019 年 12 月にカスプ領域の観測を目指すCusp Region Experiment 2(CREX-2)、 The Joint Japan-U.S. Cusp Heating Investigation(CHI)の2 機の観測ロケットを用いた宇宙実験を計画中である.

将来目標として、次回実験に向けて一意に発光雲の動きを三次元的にトレースするアルゴリズム開発を目指し、本研究ではその基礎としてCREX-1の画像データを利用して人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発を行った。

解析のはじめに、観測画像の輝度校正のために積分球を用いて行われたCREX-1光学観測系校正実験のRAW画像から校正用データを作成した。画像からイメージセンサに対するレンズ中心のズレとレンズの周辺減光特性を測定して、各条件における輝度代表値を決定するための画像中の平均範囲を決定した後、イメージセンサの露光特性を測定した。今回は、これまではJPEG画像からの解析を行なってきたが、無加工データの利用や輝度分解能向上を期待して新たにRAW画像を用いた解析手法の確立を目指し、JPEGとRAWの露光特性の比較を行った。次に、Sr発光雲1つに対して、輝度に対して線形補間内挿で画素間を補間した曲面および多項式近似を行なった曲面で最急降下法による最適化を行なって輝度極大を求めた。さらに手作業で決定した中心60点とその重心との比較を行い、これまで手作業で行われてきた中心決定作業を最適化で一意に行う事が可能か検討した。また、今後開発予定である画像中から発光雲を探索する処理においてノイズとなる背景光を除去するために背景光画像が必要だが、今回は同構図で背景のみの画像がなく、発光雲が写った画像を比較暗合成し背景光画像の作成を試みた。さらに、ターゲット画像と背景光画像の差の絶対値の総和を最小化する係数を最適化によって求め、これを用いて背景光の明るさの時間変化に追従する手法も試みた。

柿並 他(2015)によるJPEG画像から測定した露光特性と、今回解析したRAW画像の露光特性を比較すると、JPEGでは弓形のガンマ曲線となっているがRAW画像では線形となったことから、JPEG画像の露光特性は現像時の「味付け」だと考えられる。また最急降下法では、開始点8点すべてから同じ点に収束したことから一意に決定するという点では有効だと考えられる。ただし連続画像に対して発光雲を二次元トレースしたときの発光雲の軌跡は最急降下法と手作業ではあまり似ておらず、最急降下法で得られる点は真の中心ではない可能性がある。最後に、比較暗合成および背景光の明るさ変化に追従した背景光除去については、背景光とその勾配が効果的に除去でき、発光雲と星を抽出できたが、合成画像に発光雲の影が残り、除去時に発光雲の形状に影響を及ぼしていた。また、太陽高度が高くなると太陽方向で背景光が急激に明るくなり、低仰角の背景光が除去しきれなくなった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結論として、RAW画像の利用により8 bitから14 bitの輝度分解能の向上のほか各色チャンネルの無加工データ抽出によるSN向上や線形の露光特性が得られるなど、数値解析におけるRAW画像の有用性が示された。発光雲の中心決定手法については、最急降下法は一意に極大を求められるが真の中心でない可能性があるため、今後別の手法を検討し、最適な手法を模索していく。背景光除去については、背景光勾配除去に対しては効果的であるが合成段で残る発光雲の影の影響が大きいという課題がある。この結果を踏まえて今後、最終的には発光雲の三次元トレースを行うアルゴリズムの開発を行っていく。

参考文献：
柿並義宏, 渡部重十, 山本真行, 木原大城, M. Conde, M.F. Larsen, カスプ領域でのバリウム・ストロンチウムを用いた熱圏風・プラズマドリフト計測，第 138 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 2015.

キーワード：観測ロケット、極域カスプ、中性大気風、プラズマドリフト、熱圏
Keywords: Sounding Rocket, Polar Cusp, Neutral Atmospheric Wind, Plasma Drift, Thermosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動
Neutral and plasma density perturbations in the top-/bottom-side ionosphere associated with MSTIDs

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5]
*Shin Suzuki[1], Jaeheung Park[2], Yuichi Otsuka[3], Kazuo Shiokawa[3], Huixin Liu[4], Hermann Luehr[5]

1. 愛知大学地域政策学部、2. Korea Astronomy and Space Science Institute、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター、5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences
1. Faculty of Regional Policy, Aichi University, 2. Korea Astronomy and Space Science Institute, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Earth and Planetary Science Division, Kyushu University SERC, Kyushu University, 5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences

Medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) are a well-known wavy structure in the F-region ionosphere. They typically have a horizontal wavelength of several hundred kilometers and a periodicity of about one hour. Although, the MSTIDs were considered to be caused by atmospheric gravity waves, recent studies have suggested that the generation of the MSTID in nighttime is highly associated with coupling processes between the E- and F-region electrodynamics. To confirm the different processes in the MSTID generation in daytime and nighttime, CHAMP satellite measurements would be greatly helpful; CHAMP plasma and neutral density data obtained in the day- and night-side sector can monitor the phase relations between the neutral (i.e., atmospheric gravity wave) and ionospheric plasma perturbations simultaneously at the top-side F-region (approximately 400 km).

As the first step in the abovementioned research, we compared the MSTID signatures between the CHAMP and ground-based 630-nm airglow measurements to validate the MSTID detection by CHAMP. Airglow imaging is a quite useful technique to investigate two-dimensional characteristics of the nighttime MSTIDs. Horizontal parameters of the MSTIDs (such as wavelengths, motions, and their spatial extent) can be estimated directly with a high spatial and temporal resolutions through the 630-nm airglow emission in the bottom-side F-region. Previous study by Park et al. [2009, JGR] made an investigation of spatial signatures regarding one MSTID event using airglow images along the CHAMP orbit. The Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, has operated airglow imaging network, as the OMTI system, around the world since 2000; this network gives much more chance to make coordinated measurements with CHAMP. We found three clear MSTID events (March 15, 2004, February 15, 2007, and January 12, 2007) in which CHAMP passed over the field-of-views of the OMTI camera.

In this presentation, we will report phase relations between the neutral and plasma density perturbations associated with the MSTID events.

キーワード：中規模伝搬性電離圏擾乱
Keywords: MSTID

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ロケットによる電離圏TEC変動解析
Analysis of ionospheric TEC fluctuation by rocket

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2]
*Tsuyoshi Takegawa[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Takuya Tsugawa[2], Michi Nishioka[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 情報通信研究機構
1. Graduate School of Integrated Science and Technology, Chiba University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

先行研究より，巨大地震や台風，火山噴火といった地表付近の現象に伴って大気波動が生じ、これにより電離圏変動が引き起こされることが知られている。近年ではロケットによっての電離圏変動が確認されており、先行研究でもテポドン2号による電離圏変動が報告されている(Lin et al., 2014,2017)。発射から約5分後に電離圏変動の第一波としてロケットの排気によっての化学反応から電子が減少、そして発射から約30分後に第二波が確認されている。そこで本研究ではH2Aロケット25号29号の打ち上げに伴うTEC変動の解析を、GEONETデータを用いて行った。その結果、H2Aロケットの発射から５分後にロケット軌道より約100 kmの距離に、VTECの大きな減少として電離圏変動の第一波が観測された。また音波のレイトレーシングにより変動が観測された時間は、ロケットの軌道上の点からTEC貫通点まで音波が伝搬する時間と一致することが確認された。また、ロケット発射から30分後に第一波に比べ変動周期の早い第二波が先行研究と同様に確認された。第二波の到達時間を第一波と同様に計算したところ地面に1回反射した後の到着時間と一致したことが明らかになった。

キーワード：電離圏、ロケット、TEC
Keywords: ionospheric, rocket, TEC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析
Examinations of the ionospheric perturbation associated with H-IIA rockets launching

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2]
*Junpei Yamazaki[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Keisuke Hosokawa[2], Ichiro Tomizawa[2]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

大規模な地震や火山の噴火などの自然災害により、電離圏において擾乱が発生することが報告されている。これは自然災害により生じた音波や大気重力波が電離圏に伝播するためである。また、ロケット打ち上げに伴う大気波動や排出煙によりテポドン打ち上げに伴い、TEC 変動が発生することがGEONETデータによる解析結果として報告されている(Lin et al.,2014,2017)。テポドンは日本の上空を通過したが、日本上空を通過しないロケットについて、ロケットの軌道から離れた位置における電離圏の変動は極めて報告が少ない。そこで、本研究ではHF ドップラー観測を用いて、H-IIA ロケット(25 号、25 号) 打ち上げに伴う、比較的離れた位置での電離圏の変動を解析した。

ロケット打ち上げに伴い、柿岡、藤沢(26 号のみ)、菅平の各観測点で、ロケット打ち上げから約35 分後にドップラーシフトの変動が確認された。この時刻は、ロケットからの音波が地面で1 回反射後に観測点に届いた時刻と一致したことが音波のレイトレイシングの結果より確認された。また、これらの変動周波数は5~10 mHz(周期では100~200 s) の帯域の変動強度が上昇していることがどちらのイベントでも確認された。これはLin et al(2014)でのロケット軌道の近くのTEC 変動と同様であった。ドップラーシフトについては、ロケットからの音波が直接観測点に到達した変動よりも、1 回地面に反射して観測点に到達した変動のほうが大きかった。この理由として、ロケットからの音波が地面で反射せずに直接観測点に到達した経路が、高度約200~250km を通過していたことが考えられる。一般に高高度において、約10mHz の大気波動は強く減衰を受けるため、直接観測点に到達した音波の振幅は減衰し、電離圏の変動が小さかったと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2]
*Yuki Nakashima[1], Kiwamu Nishida[1], Yosuke Aoki[1], Kosuke Heki[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 北海道大学理学研究院自然史科学専攻
1. Earthquake Research Institute, 2. Natural History Sciences, Hokkaido University

This study discusses the amount of energy emitted to the atmosphere as acoustic waves of less than 0.01 Hz by the 2015 Kuchinoerabujima volcano, southwest Japan, eruption derived from barometers, broadband seismometers, and GNSS-TEC observations.
Kuchinoerabujima is one of the volcanic islands of active recently. The volcano erupted at 0:59 UT on 25th May 2015. Many previous studies pointed out that this is a phreatomagmatic eruption and involves a lateral signal (e.g., Kobayashi, 2017; Matsuzawa et al., 2016; Yamada et al., 2017). Yamada et al. (2017) found that barometric data include two phases in about 20 sec. In the first stage, the volcanic plume went up with a pressure pulse, and the second another pulse corresponds to the plume growing laterally. The seismic source time function of that has a component of north-south direction obviously (Matsuzawa et al. 2016).
We found atmospheric disturbances with a characteristic frequency of ~0.01 Hz in all the observations. The frequency range is equivalent to the highest part of the detectable band in the ionosphere. We detected the signal of lower atmospheric perturbation from F-net, an array of broadband seismometers installed by NIED, and a barometer array along the Japanese coastline in front of the Pacific ocean by AIST. As the ionospheric observation, we used GNSS-TEC time series extracted from GEONET 1 Hz sampling data. The waveform feature is very similar to ionospheric disturbances excited by Asama volcano on 1st September 2004 (Heki, 2006; Chonan et al., 2017).
We tried to reproduce the observed signal and estimate the magnitude of the energy source using the ray-tracing method. Atmospheric parameters are inputted from NRLMSISE-00 (Picone et al., 2002), HWM-14 (Drob et al., 2015), IRI2016 (Billitza et al., 2016), and IGRF-12 (Thébault et al., 2015). We put an isotropic energy source on the ground in the windy atmosphere.
The estimated travel time by ray-tracing is consistent with the observation, indicating that the excited atmospheric perturbation simply propagates isotropically without wave broadening due to dispersion discussed in Dautermann et al. (2009a).
If we choose the source energy as 10^8 J, our model expects about one-third of the observed signal in both the lower atmosphere in the far field and the ionosphere. This amount of energy is 10^{1-2} times larger than that of the 2004 Asama eruption estimated from TEC observation (Heki, 2006). It seems to depend on not only the difference of volcanic eruption magnitude but also the crude assumption like ignoring the geomagnetic effect and geometrical spreading same as Dautermann et al. (2009) suggested.
We were not able to find any evidence for anisotropic radiation of energy as stated in some previous studies, suggesting that infrasound of such very low frequencies infrasound (< ~0.01 Hz) responds to with a longer time constant such as the growth of the thermal plume.
Acknowledgment
We would thank GSI, JMA, AIST, and NIED which provide GNSS, barometer, microphone, and broadband seismometer data.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：GPS-TEC、GNSS-TEC、火山噴火、インフラサウンド、広帯域地震計
Keywords: GPS-TEC, GNSS-TEC, Volcanic eruption, Infrasound, Broadband seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出
Detection of spread-F echoes in ionograms using machine learning

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]
*Hiroyuki Nakata[1], Yuta Goto[2], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 千葉大学工学部電気電子工学科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Electrical and Electronics Engineering

Ionospheric irregularities referred to as equatorial spread-F is very important phenomena in terms of radio wave propagation because their spatial scales are from centimeters to tens of kilometer and they affects wide-band radio waves. Therefore, they influence the reliability of satellite-ground communications, navigation systems and so on. The ionogram is one of the important observation system of spread-F. Because the detection of spread-F in the ionogram is done manually, detection of spread-F could be replaced with automatic detection by developing an excellent machine learning system. In this study, therefore, we have developed a method to detect spread-F in the ionogram automatically using machine learning.
In this detection process, we have arranged two classifiers for typical frequency-type and mixed (frequency-type and range-type) spread-F echoes in the ionograms. A number of correct images must be prepared for these classifiers to learn the feature values of spread-F. To do so, ten thousands of correct images were generated by create_samples utility provided by OpenCV library. Using these classifiers, we have detected the both types of spread-F echos in the ionograms observed at 4 observatories (Wakkanai, Kokubunji, Yamagawa, Ogimi) utilized by National Institute of Information and Communications Technology. The detection rates of both types of spread-F echos are from 50% to 73% and both classifier detected both types of spread-F echos similarly. Namely, the classifier for the frequency-type spread-F echo detected both of the frequency-type and mixed-type echos, and vice versa. In case where the two types of spread-F echos are not distinguished, on the other hand, both of classifiers detect 80% of total spread-F echos. In addition, the classifiers also picked up some other phenomenon , such as overlapped traces of O-mode and X-mode, multi-hop trace.
As for the future plan, there might be several way to improve the detection rate; to use more classifiers, to make the classifiers be precisely with more training data, and so on. However, a number of correct images are inevitable in machine learning. In order to prepare such a number of images, it may be effective to generate training data using deep generative model.

キーワード：スプレッドF、イオノグラム、機械学習
Keywords: spread F, ionogram, machine learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価
Evaluation of GNSS-TEC receiver performance for sounding rocket installation

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1]
*Makoto Okumura[1], Yuki Ashihara[1]

1. 奈良工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Nara College

地球大気の上層に存在する太陽光線に含まれるX線や紫外線などにより電離された多電子領域は、電離圏と呼ばれている。電離圏擾乱は衛星通信障害やGNSSの測位誤差を引き起こすが、その生成過程の解明には電離圏電子密度の空間構造観測が不可欠である。

電離圏観測は、Ionosonde、GNSS-TEC等をはじめとしたリモートセンシング手法で行われるのが一般的である。IonosondeはF領域の電子密度ピーク以下の高度について、GNSS-TECは伝搬経路上の全電子数について観測できるが、電離圏の空間構造は得られない。そのため、空間構造観測にはパルスレーダ等が用いられる。本研究では、電離圏観測手法の新たなアプローチとしてロケットGNSS-TECトモグラフィ法を提案する。観測ロケットにGNSS-TEC受信機を搭載し、電離圏E領域とF領域の境界を飛翔することで、F領域のみのTECデータが取得できる。

観測ロケットは1～2Hz程度の速度でスピンするため、観測ロケット構体側面にGNSSアンテナを取り付ける場合には受信信号が不安定となると予想される。そのため、観測ロケットの構体モデルを製作し、地上回転試験を行った。実験に際しては、地上反射波の影響を受けないように配慮した。本研究では、取得したデータの搬送波位相の解析を行ったところ、回転速度が定常状態では概ね位相データが得られた。しかしながら、TECを算出したところ、定常状態でも60 TECU以上の変動がみられたため、アンテナシステムの再検討が必要である。

キーワード：電離圏、GNSS-TEC、観測ロケット
Keywords: ionosphere, GNSS-TEC, sounding rocket

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Relationship between mesosperical airglow disturbance and occurrence of equatorial plasma bubbles

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3]
*Ryota Okada[1], Akinori Saito[1], Takafumi Ikeda[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Takuya Tsugawa[2], Takeshi Sakanoi[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University

Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere and Plasmasphere mapping mission from the ISSのVisible and near Infrared Spectral Imager(ISS-IMAP/VISI)の波長762nm大気光データを解析し、中間圏における大気重力波がプラズマバブルの発生にどのような影響を与えているのか調べた。赤道電離圏において電子密度が大きく減少した領域が観測されることがあり、プラズマバブルと呼ばれている。プラズマバブルは、電離圏底部の微小擾乱がレイリー・テイラー不安定性によって成長するという発達機構が考えられているが、先行研究からはこの微小擾乱としては中規模（~600km）の大気重力波が有力視されている。大気重力波の発生には経度や季節による変動が予想されており、また数日程度の短周期の変動があると考えられている。そのような大気重力波の変動が、プラズマバブルの発生においてレイリー・テイラー不安定性の成長率だけでは説明できない変動の原因となっていると考えられる。大気重力波の経度による変動としては、ISS-IMAP/VISIの波長762nm大気光データを用いて同心円上大気重力波の分布を示した先行研究によりアフリカ西部地域の方が東部地域よりも同心円上重力波が多く見られることが報告されており、近接する地域でも発生が大きく異なることが知られている。本研究では中間圏における大気重力波がプラズマバブルの経度による出現特性の違いにどのように寄与しているのかを調べた。ISS-IMAP/VISIは2012年９月から2015年８月に渡って夜間の大気光を高度約400kmを約8km/sで移動しながら天底方向に、軌道方向に対して45度の前後２方向への視野で観測した。ISS-IMAP/VISIから得られた波長762nm大気光データを解析して高度95kmにおける大気の擾乱度を同定した。GPS-Total Electron Content（TEC）データの偏差の標準偏差値、Rate of TEC Index (ROTI)を用いて得られたプラズマバブルの発生率や大気圏・電離圏統合モデルGround-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy(GAIA)によって得られたパラメータから算出されたレイリー・テイラー不安定性の成長率などと比較した。GPS-TECデータによるプラズマバブル発生の様子と大気圏・電離圏統合モデルGAIAの結果から算出して得られたレイリー・テイラー不安定性の線形成長率との関係性にISS-IMAP/VISIの762nm大気光データから得られる高度95kmの大気重力波の活動度がどのように関わるのかについて調べた結果を報告する。

キーワード：プラズマバブル、大気光
Keywords: Equatorial Plasma Bubbles, Airglow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

Analysis of parameters controlling the occurrence and growth of equatorial plasma bubbles using GAIA

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5]
*Hiroyuki Shinagawa[1], Hidekatsu Jin[1], Yasunobu Miyoshi[2], Hitoshi Fujiwara[3], Tatsuhiro Yokoyama[4], Yuichi Otsuka[5]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 成蹊大学理工学部、4. 京都大学、5. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Faculty of Science and Technology, Seikei University, 4. Kyoto University, 5. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

我々はこれまでの研究で、全大気圏-電離圏結合モデルGAIAを用いて電離圏におけるレイリー・テイラー(R-T)不安定性の線形成長率を求め、観測との比較を行ってきた[Shinagawa et al., 2018]。その結果、R-T不安定性の線形成長率が高い値を持つ日は赤道プラズマバブルが実際に発生さた日とかなりよく一致することがわかった。従来から言われているように、GAIAモデルの線形成長率の解析から、赤道プラズマバブルの発生・成長は下層大気からの大気波動と地磁気活動の両方の影響を受けることが示唆されている。しかし、電場、電子密度、中性大気の密度、速度などのさまざまなパラメータのうち、何がどの程度効いているかについては、定量的に明らかになっていない。本発表では、これらのパラメータが変化した時に、R-T不安定性の線形成長率がどのように変わるかを調べ、赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの重要性を調べた結果を報告する。

キーワード：電離圏、大気圏、モデル、プラズマバブル、線形成長率、パラメータ
Keywords: Ionosphere, Atmosphere, Model, Plasma bubble, Linear growth rate, Parameter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

A three-dimensional numerical model to study the modulation of midlatitude E_s-layers

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1]
*Satoshi Andoh[1], Akinori Saito[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Shin'ichi Miyazaki[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

中緯度におけるスポラディックE層の生成・発達・消滅のメカニズムを解明するための３次元数値モデルを開発した。

スポラディックE層（以下Es層）は、高度100 km付近に生じるプラズマの高密度層である。Es層は熱圏・中間圏から伝播してくる大気波動や電離圏E-F領域の電磁気学的結合によって影響を受けるため、超高層大気の物理を理解するうえで重要な現象であるといえる。

現在、Es層の発生機構はWindShear理論が通説となっている。それによるとEs層の成因は東西中性風シアー起因のものと南北中性風シアー起因のものの２つに大別できる。この2つの成因のどちらの寄与がEs層形成に大きいかは高度によって異なってくる。

近年では観測の充実により、Wind shear理論だけでは説明のできないEs層の不均一な構造が発見されてきている。この構造は大気重力波によるEs層の変調、中性風シアーによるKelvin-Helmholtz不安定性、Es層不安定性などが原因として考えられている。これら一つ一つを原因として不均一構造を再現した数値モデルは存在するが、３つの原因全てを考慮して再現したモデルはいまだない。時間が経過するほどに一つ一つの原因がどれくらいEs層の不均一構造へ影響を与えるかの一貫性のある説明のために、そのようなモデルの開発は必要不可欠である。

我々が開発した３次元数値モデルはO^+、O_2^+、N^+、N_2^+、NO^+、Ca^+の計６種のイオンを含み、一様に分布させた地球磁場中において、イオンの輸送過程、化学過程の双方を解く。また、中性大気密度の背景場としてはNRLMSISE-00を用いている。計算領域では鉛直方向に高度85 kmから305 km、経緯度方向に5度×5度の三次元極座標を使用しており 、分解能はそれぞれ1 km、0.1度である。それに加えて、時間分解能は1秒である。
本モデルは緯度、経度、UTを入力パラメータとし、上記の計算領域内で、中緯度帯の電離圏シミュレーションを行なう。

本発表では擬似的な東西・南北中性風シアーとして中性風速度の振幅を鉛直方向に正弦波的に与え、低高度・高高度において東西・南北どちらの中性風シアーがCa^+の高密度層形成により影響を与えるかを再確認した。
結果として、低高度では東西風シアーの影響が大きく、高高度では南北風のシアーの影響が大きいという従来の研究と整合的な数値実験結果が得られた。
また、GSWMモデルやHWM14モデルの中性風を本モデルに組み込むことで、より現実に即したEs層の発生機構を吟味した。

これらを踏まえたうえで発表では今後の展開を紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：スポラディックE層、中緯度、シミュレーション、電離圏
Keywords: sporadic E layer, midlatitude, simulation, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Statistical analysis of the horizontal phase velocity distribution of mesospheric and ionospheric waves observed in airglow images in Hawaii

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4]
*Hideto Naito[1], Kazuo Shiokawa[1], Yuichi Otsuka[1], Takeshi Sakanoi[2], Akinori Saito[3], Takuji Nakamura[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4. 国立極地研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Department of Geophysics, Graduate school of science, Kyoto University, 4. National Institute of Polar Research

Matsuda et al. [JGR, 2014]は、3次元高速フーリエ変換を用いて画像中に見られる波のパワースペクトル密度の水平位相速度と伝搬方向の導出手法を提案した。Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]はこの手法を日本の信楽観測点や陸別観測点での観測に当てはめ、16年間の長期の大気波動の変動を明らかにした。しかし、この手法を赤道近くで得られた大気光画像の解析に用いた例はない。本研究では、信楽や陸別と緯度・経度・地形が大きく異なるハワイのハレアカラ観測点(20.7°N, 203.7°E)で2013年から2016年の3年間に得られた波長557.7 nmと630.0 nmの大気光画像にMatsuda et al. [JGR, 2014]の解析方法を適用し、この赤道近くの低緯度域での大気重力波とMSTIDの統計的な特徴を明らかにするとともに、Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]による信楽や陸別で見られた特徴との比較を行った。3年間の位相速度スペクトルの平均から、波長557.7 nmの大気光画像に見られた大気重力波は、伝搬方向に関しては、夏に真東と真西方向に伝搬する波が少なく、冬に南に伝搬する波が多かった。パワースペクトル密度に関しては、春と夏が強く、冬が弱かった。信楽や陸別では、夏に東、冬に西と伝搬方向が反対になることが分かっていたが、ハレアカラでは夏と冬の東西方向の伝搬に違いは見られなかった。これは中間圏ジェット気流のピーク近くの緯度に位置する陸別と信楽に対し、ハレアカラは中間圏ジェット気流のピークから離れた緯度に位置するため、中間圏ジェット気流によるウインドフィルタリング効果が陸別と信楽に比べて小さく、波の伝搬方向の制限をあまり受けなかったためだと考えられる。波長630.0 nmの大気光画像に見られたMSTIDの解析では、強いスペクトルを示す晩が4晩あり、これらの晩のスペクトルに平均スペクトルが大きく依存してしまうことがわかったため、スペクトルの強い晩のデータを取り除いて、季節ごとの平均水平位相速度スペクトルを計算した。スペクトルの強い日を除いた平均スペクトルは、夏に北西～南方向と北～南東方向が多く、秋は南東方向が多かった。パワースペクトル密度に関しては冬が最も強く、主に東西方向に波が伝搬していた。また春は全体的にパワースペクトル密度が弱かった。またハレアカラの結果を信楽と陸別の結果と比較すると、信楽と陸別では季節を問わず、南西方向の波が卓越する一方で、ハレアカラでは南西方向の波の卓越は見られなかった。また波のパワースペクトル密度の比較ではハレアカラのほうが弱かった。これはMSTIDに伴う分極電場が真夜中前では低緯度側に存在する赤道異常によって減衰するためであり、真夜中後でもMPB(Midnight Pressure Bulge)に関連すると思われる低緯度側から極向きに移動するMBW(Midnight Brightness Wave)によって減衰するためと考えられる。(Narayanan et al., JGR, 2014)

キーワード：大気重力波、中規模伝搬性電離圏擾乱、ハワイ
Keywords: Atmospheric gravity waves, Medium-scale traveling ionospheric disturbances, Hawaii

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定
Estimation of mesospheric OH temperature by observation data by ISS-IMAP VISI

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3]
*Ryo Murakami[1], Akinori Saito[1], Takeshi Sakanoi[2], Yuta Hozumi[3]

1. 京都大学、2. 東北大学、3. 電気通信大学
1. Kyoto University, 2. Tohoku University, 3. University of Electro-Communications

一般に、衛星観測のデータは地上観測のデータと比較して波長分解能が劣るため解析が困難である。この研究では 2012 年から 2015 年にかけて ISS-IMAP ミッションで国際宇宙ステーションに搭載された観測装置である可視・近赤外分光撮像装置(VISI) による中間圏の大気光の発光のデータを解析し高度 85 km 付近の中間圏の OH 発光層の温度推定を試みる。従来の研究から、OH 分子がある振動準位間での遷移を行うときの回転レベルの相対存在分布はボルツマン分布に従い、この分布は OH 分子の回転温度によって決定づけられることが知られている。この性質を用いて OH の多波長データから温度の推定を試みる研究はこれまで地上観測のデータに対してのみ用いられてきた。本研究ではこの手法を宇宙空間からの観測のデータに対して適用し、これまでに得られたことのない空間的に大規模な温度分布図を得ることを目指す。解析には Calibration モードと Spectral モードの二種類のモードのデータを用いる。Calibration モードのデータは 500 ~ 900 nm の波長域で観測機器の受光部全体を用いて観測データを記録しており、Spectral モードのデータは 6 つの ROI (Region of interest) の波長域に絞って観測を行い、空間的な位置情報とともに観測データが記録されている。解析は Spectral モードのデータを中心に行う。828nm 付近の OH の多波長データに対して、宇宙線による Salt-and-pepper-noise の除去や random sample consensus アルゴリズムを用いた人工的なノイズの含まれるデータの除去を行い、得られたスペクトル図に対して波長分解能の低さを補うためにガウス関数によるフィッティングを行ったうえで温度の推定を試みた。

キーワード：電離圏、大気光、中間圏、OH、ISS-IMAP、温度
Keywords: ionosphere, airglow, mesosphere, hydroxyl, ISS-IMAP, temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

Implementation of photochemical process of NOx and HOx into a whole atmosphere GCM

*三好 勉信[1]、藤原 均[2]
*Yasunobu Miyoshi[1], Hitoshi Fujiwara[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 成蹊大学理工学部
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Seikei University

中間圏界面領域において、NO分布は赤外放射にとって重要であるし、HOxは、オゾン生成や消滅過程を理解するうえで不可欠である。したがって、NOx・HOxの生成・消滅・輸送過程を数値モデルに正確に組み込むことは、中間圏界面付近での熱収支や大気大循環を理解するうえで極めて重要である。そこで本研究では、を含んだ全大気大循環モデルにNOx・HOxに伴う光化学過程を組み込むこととした。これらの光化学過程を組み込むことで、太陽活動変動が、中間圏・熱圏に及ぼす影響についてより正確な見積もりが可能となる。また、二酸化炭素増加による中層・超高層大気の寒冷化などについてもより正確なエネルギー収支の見積もりが可能となる。本発表では、NOx・HOxに伴う光化学過程のモデルへの組み込みの現状や初期結果について報告する。さらに、今後の光化学過程の開発予定についても紹介する。

キーワード：大気大循環、光化学過程
Keywords: the general circulation of the atmosphere, photochemical process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

Development of a Lagrangian chemical transport model to understand the mechanism of composition change due to change in atmospheric environment

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1]
*Shingo Nakanishi[1], Tomoo Nagahama[1], Akira Mizuno[1], Tac Nakajima[1], Riku Ishijima[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

中間圏の大気微量分子組成は、そこでの大気密度が小さいことから地球内外の環境変動の影響を受け、大きく変動する。近年人工衛星等による観測から、太陽活動に起因した高エネルギー荷電粒子の地球大気への大規模な降りこみ（Energetic Particle Precipitation: EPP）による極域中間圏のNO_xやHO_x増加とそれによるオゾンの減少が検出されており、同様のことが磁気圏加速電子の降りこみ等、各種の高エネルギー粒子の振りこみ現象に付随して起こることが予想される。そこで我々は、これまでに北海道陸別町、昭和基地（南極）、アタカマ高地（チリ）、リオ・ガジェゴス（アルゼンチン）、トロムソ（ノルウェー）にミリ波分光観測装置を設置し、成層圏・中間圏のオゾンやNO_x・HO_x、オゾン層破壊物質等の大気微量分子の定常観測を行い、高エネルギー粒子の振りこみ等の自然現象による大気組成変動機構に関する研究を進めている。

これらの観測に加えて、我々は様々なEPP等による成層圏・中間圏の大気微量分子組成変動機構を解明し、その影響を評価するために、局所的・突発的なイベントのシミュレーションに適しているラグランジュ型化学輸送モデルの開発を進めている。このモデルはラグランジュ型拡散モデル（FLEXPART）を拡張し、中間圏の気象場データと化学反応過程を取り込んだものである。FLEXPARTは現在、気象場のインプットデータとしてNCEPとECMWFの再解析データが利用でき、地表から高度約40kmまで流跡線解析が可能であるが、本研究の対象である中間圏は含まれていない。そこで我々は、シミュレーション範囲を中間圏まで拡張するために、新たにインプットデータとしてMERRA2再解析データを利用できるように拡張し、地表から高度約80kmまでの流跡線解析が可能となった。流跡線解析の正確性を確かめるために高度15km,45km,55km,70kmで1週間の流跡線解析を行い、他の流跡線解析モデルと比較を行った。また、FLEXPARTでは化学反応過程としてOHによる消失のみを考慮しているが、EPP等による化学反応過程では、中性分子の反応だけでなく、イオン分子反応、電離・解離、イオン再結合などを含むため、非線形化学反応を別途計算する必要がある。そこで我々は、化学反応計算ソフトウェアであるKinetic Preprocessor（KPP）をFLEXPARTに組み込むことで、成層圏・中間圏における各種化学反応過程を取り込んだ。これまでに、KPP単体で成層圏・中間圏の化学反応を計算し、中間圏オゾンの昼夜変動を確認した。

発表では、他の流跡線解析モデルとの比較結果と、いくつかのEPP事例のシミュレーション結果を発表する。

キーワード：中間圏、オゾン、高エネルギー粒子、化学輸送モデル
Keywords: mesosphere, ozone, high energy particle, chemical transport model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

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

本セッションでは、磁気圏・太陽圏・電離圏・惑星圏のみならず、広く宇宙・天体のプラズマ環境に生起する様々な物理現象に関する理論・シミュレーション研究の議論の場を提供する。宇宙プラズマに関する新しい理論解析手法、新しい計算機シミュレーション手法・計算科学的技術、プロジェクトなどに関するトピック及び、宇宙プラズマ現象に関連した観測データの紹介などの講演を歓迎する。また、宇宙環境計測・利用や宇宙飛翔体環境に関連する理工学的な理論・計算機シミュレーション研究及びプラズマ実験についても扱う。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PIC Simulation on nonlinear development of lower-hybrid instabilities driven by energetic ions.

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1]
*Tsubasa Kotani[1], Mieko Toida[2], Toseo Moritaka[2], Satoshi Taguchi[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 核融合科学研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Insititute for Fusion Science

Instabilities driven by energetic ions are important issues both for space plasmas and magnetic fusion plasmas. Radio Frequency (RF) waves in the range from the ion cyclotron frequency to the lower hybrid resonance frequency are often observed during the period of neutral beam injection (NBI) in Large Helical Device (LHD) plasmas. The experimental results showed that the peak frequency in the Lower Hybrid Wave (LHW) region has a positive correlation with the electron density and the ion cyclotron emissions (ICEs) have much larger amplitudes than LHW. These waves can be excited by instabilities due to energetic ions generated by the NBI perpendicular to the magnetic field.

Using a one-dimensional, electromagnetic, Particle-In-Cell (PIC) code, we study instabilities driven by energetic ions assuming that the energetic ions have a non-Maxwellian ring-like distribution in the velocity space perpendicular to the magnetic field. This PIC code enables us to self-consistently simulate full dynamics of electrons and ions and evolution of electromagnetic fields, using the full Maxwell's equations and the equations of motion of particles. We focus on the nonlinear evolution of LHW and ICEs caused by continuous energetic-ion injection into a plasma.

The simulation results are as follows. After the rapid growth of the LHW in the early stage, the ICEs gradually become intense. Finally, the ICEs have larger amplitudes than LHW.

キーワード：低域混成波不安定性、イオンサイクロトロン放射、非線形発展、粒子シミュレーション
Keywords: lower-hybrid instabilities, ion-cyclotron emissions, non-linear development, Particle-In-Cell simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution

*SATYAVIR SINGH[1], Krushna Chandra Barik[1], Yoshiharu Omura[2], Gurbax Singh Lakhina[1]

1. Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India, 2. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan

A theoretical model is developed by assuming a three component plasma comprising of the cold background ions, hot electrons having kappa distribution and hot ion beams to study the generation of kinetic Alfvén waves (KAWs).The background ions and beam ions are considered Maxwellian and the ion beam is only allowed to have velocity shear and non-uniform streaming. A dispersion relation for the excitation of the kinetic Alfven waves (KAWs) is analyzed. The effect of plasma parameters like number density, propagation angle, temperature, kappa etc. on the excitation of KAWs is examined. A comparative study of the results obtained from this model will be carried out with a plasma model having all the three species as Maxwellian. Further, an application of the theoretical model will be discussed relevant in the Earth’ s magnetosphere.

Keywords: Earth, Magnetosphere, kinetic Alfven waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム
A high-order divergence-free weighted finite difference scheme for the two-fluid plasma equations

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3]
*Takahiro Miyoshi[1], Takashi Minoshima[2], Yosuke Matsumoto[3]

1. 広島大学大学院理学研究科、2. 海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3. 千葉大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Department of Mathematical Science and Advanced Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Graduate School of Science, Chiba University

近年の磁気流体力学（MHD）方程式に対する数値技法の発展によって、大規模MHD構造と衝撃波-渦相互作用で生ずる微細構造を同時に計算することが可能になった。ただし一方で、微細構造のスケールは、MHD近似の適用限界に達している。したがって、MHDを超えた新たな巨視的プラズマシミュレーションモデルが強く要望される。そこで本研究では特に、局所電荷分離を含む完全二流体プラズマモデルについて検討を行う。計算機性能の向上によって、完全二流体プラズマシミュレーションは近い将来の標準的なシミュレーションモデルになり得ると期待できる。

完全二流体プラズマ方程式は硬いソース項を持つ双曲型保存則（双曲型釣合則）であり、中性流体およびMHDモデルに対して開発された様々な数値技法を適用可能である。Minoshima et al. [1]によって最近、MHD方程式に対する高次精度、無振動、かつ磁場発散のない有限差分スキームが開発された。この手法では、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場（誘導方程式の数値流束）の高次精度中心差分を用い、スタガード格子上に定義した磁場の時間発展を評価する。本研究では、Minoshima et al.の手法を応用し、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場および磁場を用い、スタガード格子上でMaxwell方程式を高次精度中心差分により離散化する。イオンおよび電子流体に対する重み付き高次精度差分スキームと合わせて、高次精度、無振動、かつ電場および磁場の発散のないスキームを構築する。本報告では他の手法との比較数値実験を示す。また、時間積分法についても検討を行う。

[1] T. Minoshima, T. Miyoshi, Y. Matsumoto, submitted to Astrophys. J. Suppl.

キーワード：完全二流体プラズマ方程式、高次精度差分、重み付き補間、無発散
Keywords: two-fluid plasma equations, high-order finite difference, weighted interpolation, divergence-free

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2]
*Takayuki Umeda[1], Takuma Nakamura[2]

1. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2. オーストリア科学アカデミー
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences

A current across the magnetic field is formed in various situations in plasma. The relative drift between ions and electrons due to the cross-field current becomes a source of various microscopic instabilities. A fully electromagnetic and kinetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field is derived by assuming a uniform background plasma. The dielectric permittivity tensor for shifted Maxwellian velocity distributions is also presented.

キーワード：プラズマ波動、線形理論、分散関係
Keywords: plasma waves, linear theory, dispersion relation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

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

本セッションでは、磁気圏・太陽圏・電離圏・惑星圏のみならず、広く宇宙・天体のプラズマ環境に生起する様々な物理現象に関する理論・シミュレーション研究の議論の場を提供する。宇宙プラズマに関する新しい理論解析手法、新しい計算機シミュレーション手法・計算科学的技術、プロジェクトなどに関するトピック及び、宇宙プラズマ現象に関連した観測データの紹介などの講演を歓迎する。また、宇宙環境計測・利用や宇宙飛翔体環境に関連する理工学的な理論・計算機シミュレーション研究及びプラズマ実験についても扱う。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PIC Simulation on nonlinear development of lower-hybrid instabilities driven by energetic ions.

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1]
*Tsubasa Kotani[1], Mieko Toida[2], Toseo Moritaka[2], Satoshi Taguchi[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 核融合科学研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Insititute for Fusion Science

Instabilities driven by energetic ions are important issues both for space plasmas and magnetic fusion plasmas. Radio Frequency (RF) waves in the range from the ion cyclotron frequency to the lower hybrid resonance frequency are often observed during the period of neutral beam injection (NBI) in Large Helical Device (LHD) plasmas. The experimental results showed that the peak frequency in the Lower Hybrid Wave (LHW) region has a positive correlation with the electron density and the ion cyclotron emissions (ICEs) have much larger amplitudes than LHW. These waves can be excited by instabilities due to energetic ions generated by the NBI perpendicular to the magnetic field.

Using a one-dimensional, electromagnetic, Particle-In-Cell (PIC) code, we study instabilities driven by energetic ions assuming that the energetic ions have a non-Maxwellian ring-like distribution in the velocity space perpendicular to the magnetic field. This PIC code enables us to self-consistently simulate full dynamics of electrons and ions and evolution of electromagnetic fields, using the full Maxwell's equations and the equations of motion of particles. We focus on the nonlinear evolution of LHW and ICEs caused by continuous energetic-ion injection into a plasma.

The simulation results are as follows. After the rapid growth of the LHW in the early stage, the ICEs gradually become intense. Finally, the ICEs have larger amplitudes than LHW.

キーワード：低域混成波不安定性、イオンサイクロトロン放射、非線形発展、粒子シミュレーション
Keywords: lower-hybrid instabilities, ion-cyclotron emissions, non-linear development, Particle-In-Cell simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution

*SATYAVIR SINGH[1], Krushna Chandra Barik[1], Yoshiharu Omura[2], Gurbax Singh Lakhina[1]

1. Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India, 2. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan

A theoretical model is developed by assuming a three component plasma comprising of the cold background ions, hot electrons having kappa distribution and hot ion beams to study the generation of kinetic Alfvén waves (KAWs).The background ions and beam ions are considered Maxwellian and the ion beam is only allowed to have velocity shear and non-uniform streaming. A dispersion relation for the excitation of the kinetic Alfven waves (KAWs) is analyzed. The effect of plasma parameters like number density, propagation angle, temperature, kappa etc. on the excitation of KAWs is examined. A comparative study of the results obtained from this model will be carried out with a plasma model having all the three species as Maxwellian. Further, an application of the theoretical model will be discussed relevant in the Earth’ s magnetosphere.

Keywords: Earth, Magnetosphere, kinetic Alfven waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム
A high-order divergence-free weighted finite difference scheme for the two-fluid plasma equations

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3]
*Takahiro Miyoshi[1], Takashi Minoshima[2], Yosuke Matsumoto[3]

1. 広島大学大学院理学研究科、2. 海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3. 千葉大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Department of Mathematical Science and Advanced Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Graduate School of Science, Chiba University

近年の磁気流体力学（MHD）方程式に対する数値技法の発展によって、大規模MHD構造と衝撃波-渦相互作用で生ずる微細構造を同時に計算することが可能になった。ただし一方で、微細構造のスケールは、MHD近似の適用限界に達している。したがって、MHDを超えた新たな巨視的プラズマシミュレーションモデルが強く要望される。そこで本研究では特に、局所電荷分離を含む完全二流体プラズマモデルについて検討を行う。計算機性能の向上によって、完全二流体プラズマシミュレーションは近い将来の標準的なシミュレーションモデルになり得ると期待できる。

完全二流体プラズマ方程式は硬いソース項を持つ双曲型保存則（双曲型釣合則）であり、中性流体およびMHDモデルに対して開発された様々な数値技法を適用可能である。Minoshima et al. [1]によって最近、MHD方程式に対する高次精度、無振動、かつ磁場発散のない有限差分スキームが開発された。この手法では、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場（誘導方程式の数値流束）の高次精度中心差分を用い、スタガード格子上に定義した磁場の時間発展を評価する。本研究では、Minoshima et al.の手法を応用し、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場および磁場を用い、スタガード格子上でMaxwell方程式を高次精度中心差分により離散化する。イオンおよび電子流体に対する重み付き高次精度差分スキームと合わせて、高次精度、無振動、かつ電場および磁場の発散のないスキームを構築する。本報告では他の手法との比較数値実験を示す。また、時間積分法についても検討を行う。

[1] T. Minoshima, T. Miyoshi, Y. Matsumoto, submitted to Astrophys. J. Suppl.

キーワード：完全二流体プラズマ方程式、高次精度差分、重み付き補間、無発散
Keywords: two-fluid plasma equations, high-order finite difference, weighted interpolation, divergence-free

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2]
*Takayuki Umeda[1], Takuma Nakamura[2]

1. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2. オーストリア科学アカデミー
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences

A current across the magnetic field is formed in various situations in plasma. The relative drift between ions and electrons due to the cross-field current becomes a source of various microscopic instabilities. A fully electromagnetic and kinetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field is derived by assuming a uniform background plasma. The dielectric permittivity tensor for shifted Maxwellian velocity distributions is also presented.

キーワード：プラズマ波動、線形理論、分散関係
Keywords: plasma waves, linear theory, dispersion relation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[A-AS04] 大気化学

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

対流圏及び成層圏の化学・力学(輸送、物質循環)過程、大気圏と他圏（例えば生物圏）との相互作用に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、数値モデル・観測・リモートセンシング・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究の全てを対象とする。日本大気化学会を中心として開催するが、他の学協会会員による大気化学関連の発表や、分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。なお、スライドおよびポスターの作成言語は英語が望ましい。

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

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

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

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

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7] (1.Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4.Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5.School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6.Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7.Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China)

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

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

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証
Validation of GOSAT cloud judgement by using Himawari-8 data

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2]
*Kitamura Katsuki[1], Naoko Saitoh[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering Division of Earth Environmental Science , 2. Center for Environmental Remote Sensing Chiba University

GOSAT（Greenhouse Gases Observing SATellite）搭載のTANSO（Thermal and Near−infrared Sensor for Carbon Observation）−FTS（Fourier Transform Spectrometer）の観測スペクトルから温室効果ガス濃度を導出する際、昼間はTANSO−CAI（Cloud and Aerosol Imager）、夜間はTANSO−FTSの熱赤外バンド（TIRバンド）を用いて、FTS観測視野内の雲判定を行っている。本研究では、静止気象衛星ひまわり8号搭載のAHI（Advanced Himawari Imager）のデ−タを用いて、TANSO−FTSの観測視野内の雲判定の検証を行った。

まず、2016年1月と7月の海上のTANSO−FTSの観測について、TANSO−FTSとの観測時刻差が1分以内であり、かつTANSO−FTSの観測視野内にその観測グリッドの中心が存在しているすべてのひまわり8号の観測グリッドを抽出した。次に、各グリッドについて、ひまわり8号/AHIの反射率と輝度温度に基づいて雲判定を実施し、各雲判定結果を統合してTANSO−FTSの観測視野におけるひまわり8号の雲判定結果とした。

昼間のTANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率は高い割合（約9割）を示した。約1割のTANSO−FTSの観測地点において、両者の雲判定が一致しなかった主な原因は、TANSO−CAIでは可視域の反射率のみを利用して雲判定を行っていることに対して、ひまわり8号では可視域の反射率と赤外域の輝度温度の両方を利用して雲判定を行っているためであると考えられる。一方、TANSO−FTSのTIRバンドとひまわり8号による雲判定の一致率は、TANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率より約13−20%低くなった。この一致率が悪くなる原因として、TANSO−FTSの観測視野（10.5 km）がTANSO−CAI及びひまわり8号の観測視野（0.5 km及び2 km）より広いこと、またTANSO−FTSのTIRバンドの雲判定は赤外域の輝度温度のみを用いて雲判定を行っていることが挙げられる。

さらに、GOSATによる雲判定（TANSO−CAI及びTANSO−FTSのTIRバンド）とひまわり8号による雲判定が一致しないケースについての詳細を調べた。まず、GOSATが晴れと判定しひまわり8号か曇りと判定したケースの方が大幅に多いことから、本研究のひまわり8号による雲判定が晴れに対して厳しい判定をするアルゴリズムになっていることが結果に影響していると考えられる。また、TANSO−FTSのTIRバンドが晴れと判定しひまわり8号が曇りと判定している観測地点では、TANSO−FTSの観測視野で部分的に輝度温度が低くなっているケースが複数見られたことから、TANSO−FTSの観測視野がひまわり8号の観測視野より広いため、TANSO−FTSの観測視野内の部分的な雲をTIRバンドによる雲判定では見逃している可能性があることが示唆される。

キーワード：GOSAT、ひまわり8号、雲判定、検証
Keywords: GOSAT, Himawari-8, cloud judgement, validation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定
Measurement of temperature that fungal spores form ice nuclei

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5]
*Kazuyuki Kita[1], Kansei Sasaki[1], Koutaro Minami[1], Takeshi Kinase[2], Kouji Adachi[2], Yuji Zaizen[2], Kentaro Hosaka[3], Teruya Maki[4], Yasuhito Igarashi[1,5]

1. 茨城大学、2. 気象研究所、3. 国立科学博物館、4. 金沢大学、5. 京都大学
1. Ibaraki University, 2. Meteorological Research Laboratory, 3. National Musium of Nature and Science, 4. Kanazawa University, 5. Kyoto University

エアロゾルは上空で雲粒形成の際の凝結核・氷晶核として働く。近年、バイオエアロゾルの中に、-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となるものが発見され、比較的高温（低い高度）での氷晶雲・降水の発生を説明できるのではないかということで、注目されている。一般的なエアロゾルについて氷晶核能を測定した研究は数多く存在するが、多くの種類のキノコ胞子について氷晶核能を測定した研究はほとんどなく、どのような種類のキノコ胞子が比較的高温で氷晶核化するかなどまだ理解できていない。本研究では、日本の森林で発生する様々な種類のキノコ胞子について、氷晶核能の測定を行い、生物学的な分類との関係を調べた。また、氷晶の発生形態についても分類し、氷晶発生温度やプロセスに関する知見が得られないか調べた。

本研究では、主に筑波実験植物園内各種の林内で5月～10月に毎月実施されたキノコ調査で採取したキノコから胞子を捕集し、クールステージを取り付けた光学顕微鏡を用いて氷晶核化温度の測定と氷晶の発生形態の観察を行う実験を行った。また、福島県浪江町の森林で採取したキノコについても同様の実験を行った。

その結果、キノコ胞子の氷晶核化温度は種によって大きく異なり、数種類のキノコ胞子で代表させることはできないことが分かった。氷晶核化温度と生物学的分類との関係についてみると、ハラタケ目には氷晶核化温度は-15℃程度と-30℃程度の2つのグループが存在した。ベニタケ目は大きなばらつきが存在するが-20～-30℃程度、イグチ目は-30℃程度、タマチョレイタケ目は-22℃で氷晶核となった。また、氷晶の発生形態により「A：胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長するもの」、「B：突然胞子全体から氷が成長するもの」、「C：胞子の一部から氷が成長するもの」、「D：胞子の周りに氷が発生するもの」の4種類に分類した。例外は存在するが、Aに分類できた胞子の多くは-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となった。他の発生形態については氷晶核化温度との関係は明確ではない。

本研究により、様々な種のキノコ胞子の氷晶核化温度が測定され、-15℃程度の比較的高温で氷晶核化できるものがあることが分かった。比較的高温で氷晶となるキノコ胞子は、ハラタケ目に分類されるものが多く、「胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長する」形態をとることわかり、どういう（成分、構造など）胞子が、高温で氷晶核化するか理解するヒントになると思われる。キノコ胞子が本当に雲生成に寄与しているかを明らかにするためには、さらにキノコ胞子の上空への輸送効率や上空の環境条件で氷晶核化するかどうかを明らかにする必要がある。

キーワード：バイオエアロゾル、キノコ胞子、氷晶核
Keywords: bioaerosol, fungal spore, ice nuclei

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1]
*Fumikazu Taketani[1], Saki Kato[1,2], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Hisahiro Takashima[1,2], Petr Mordovskoi[1], Yugo Kanaya[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 福岡大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Fukuoka University

Atmospheric aerosol particles play an important role in Arctic climate through the absorbing and scattering of solar radiation. Also, the deposition of light-absorbing particles on the surface reduces the Earth’s albedo and accelerates snow/ice melting by absorbing the sunlight. However, the observational information has been still insufficient to assess their contribution over the Arctic region. In this study, we conducted the ship-based measurements of marine aerosol particles (black carbon (BC), and fluorescent property) and trace gases (ozone and carbon monoxide) using R/V Mirai during a cruise across the Arctic Ocean and Bering Sea (23 August –4 October 2017). The measured BC mass concentration over the Arctic Ocean in the latitudinal region > 70˚N was an overall mean value of 3.5 ±2.0 ng/m^3. This value was almost same to the levels recorded during our previous observations in the Arctic cruise on September during 2014 -2016. We captured relatively high BC mass concentration and/or CO mixing ratio events at 4 and 7-12 September 2017. The trajectory and BC property suggested that the source of BC on 4 September could be oil field at north of Alaska. We will present further analysis on the size distribution, BC mixing state, during the cruise in the presentation.

キーワード：ブラックカーボン、北極海、船上観測
Keywords: Black Carbon, Arctic Ocean, Ship-based Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1]
*Takuma Miyakawa[1], Yuichi Komazaki[1], Fumikazu Taketani[1], Xiaole PAN[2], Zifa Wang[2], Yugo Kanaya[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 中国科学院大気物理研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Institute for Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science

The sources of elemental (EC) and organic carbon (OC) aerosols in the spring of 2015 in Asian outflow were investigated in terms of the radiocarbon (^{14}C) for carbonaceous aerosols and organic molecular marker analyses. The contribution of fossil fuel (FF) sources to total carbonaceous aerosols (TC) significantly increased in polluted air masses with enhancements of carbon monoxide concentrations. For EC, FF sources dominated in the polluted air masses. For OC, the contributions of non-FF and non-biomass burning (BB) sources were found to be significant (comparable to or higher than those of FF sources), especially in the air masses with higher values of both the ratio of water-soluble fraction of OC (f_{WSOC}) and ^{14}C concentrations ($F^{14}C$). Positive correlation between f_{WSOC} and $F^{14}C$ indicates that the origins of TC (mainly OC) have great effects on the variabilities in the water solubility and the following climatic impacts (i.e., cloud formation process) of OC in the regional scale within the time scale of a week. Multivariate analyses using metallic and ionic tracers revealed the insights into the characteristics of classified carbonaceous aerosols in Asian outflow.

キーワード：炭素性エアロゾル、放射性炭素同位体分析、発生源解析
Keywords: Carbonaceous aerosols, Radiocarbon analysis, Source attribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016

*Shuai Yin[1]

1. National Institute for Environmental Studies

In this study, various remote sensing data, modeling data and emission inventories were integrated to analyze the tempo-spatial distribution of biomass burning in mainland Southeast Asia and its effects on the local ambient air quality from 2001 to 2016. With such a long time span, land cover changes have been considered in dividing the biomass burning into four types: forest fires, shrubland fires, crop residue burning and other fires. The results show that the monthly average number of fire spots peaked at 34,512 in March and that the monthly variation followed a strong seasonal pattern, which was closely related to precipitation and farming activities. The four kinds of biomass burning fires presented totally different tempo-spatial distributions and forest fires and shrubland fires are more dominant than other types. Moreover, the monthly Aerosol Optical Depth (AOD), particulate matter with a diameter less than 2.5 μm ($PM_{2.5}$) and carbon monoxide (CO) concentrations also peaked in March with values of 0.62, 73.97 $\mu g/m^3$ and 426 ppb, respectively. There are significant correlations between the monthly AOD, $PM_{2.5}$, and CO concentrations and the number of fire spots. On an annual scale, we also found certain correlations between the AOD and $PM_{2.5}$ concentrations and the number of fire spots. With respect to the spatial distribution, the AOD, $PM_{2.5}$ and CO concentrations are always higher in intense biomass burning regions. Southeast Asia is one of the most populated and fastest growing economic regions in the world. Therefore, in order to objectively and accurately analyze the influence of biomass burning on local air quality over a long time span, it is imperative for this study to consider the effects of anthropogenic activities. Two anthropogenic CO_2 emission inventories, the Emission Database for Global Atmosphere Research (EDGAR) and the Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), were used. The results further prove that biomass burning is the dominant cause of the variation in the local air quality in mainland Southeast Asia. Although government authorities have taken measures to control biomass burning, the number of fire spots did not decrease; the numbers exceeded 100,000 each year from 2012 to 2016.

Keywords: AOD, Anthropogenic emission, Biomass burning, Carbon monoxide, PM2.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

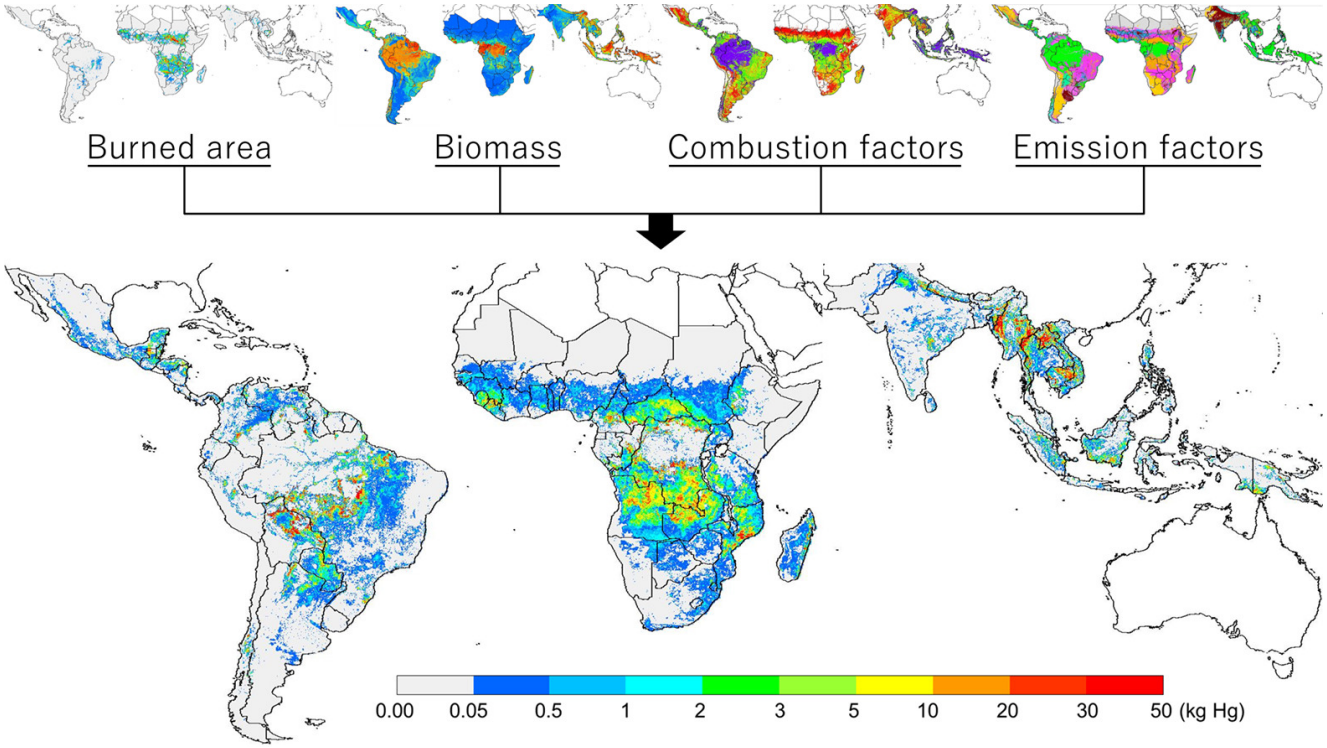
*Yusheng Shi[1]

1. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences

Mercury emissions from biomass burning contribute significantly to the atmospheric mercury budget and the interannual variations of mercury concentrations in the troposphere. This study developed a high-resolution (0.1 deg) and multi-year (2001-2017) monthly inventory of mercury emissions from biomass burning in five fire types in the tropical continents (Central and South America, Africa, and South and Southeast Asia). The inventory estimates of mercury emissions from biomass burning are based on the newly released MCD61A1 version 6 Burned Area data product, satellite and observational data of biomass density, and spatial and temporal variable combustion factors. Results from the inventory demonstrated that during 2001-2017, the average annual mercury emissions from biomass burning in tropical continents was 497 Mg and ranged from 289 Mg to 681 Mg. Forest fires were the largest contributor, accounting for 61% (300 Mg) of the total mercury emissions from biomass burning, followed by fires in shrubland (30%, 151 Mg), savanna (7%, 35 Mg), peatland (1%, 6 Mg), and cropland (1%, 5 Mg). However, these proportions varied between the continents; in the Americas and Asia, the largest biomass burning emissions came from forest fires, and in Africa the largest emissions were from shrubland fires. Between the three continents, Africa released 41% of the mercury emissions from biomass burning (202 Mg $year^{-1}$), Asia released 31% (154 Mg $year^{-1}$), and the Americas released 28% (141 Mg $year^{-1}$). The total mercury emissions from biomass burning in these tropical continents exhibited strong interannual variations from 2001 to 2017, with peak emissions in March and Agust to September, and forest fires were the primary land fire type controlling the interannual variations. Soil mercury emissions released during biomass burning was determined to be 495 Mg $year^{-1}$ during 2001-2017. The biomass burning mercury emissions data in this inventory agrees with results by other studies, which suggests that it could be used as an input for atmospheric transport models.

Keywords: biomass burning, mercury emissions, forest fires, tropical continents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3]
*Hitoshi Irie[1], Syedul Hoque[1], Alessandro Damiani[1], Al Mashroor Fatmi[1], Pradeep Khatri[2], Tamio Takamura[1], Thanawat Jarupongsakul[3]

1. 千葉大学、2. 東北大学、3. チュラロンコン大学
1. Chiba University, 2. Tohoku University, 3. Chulalongkorn University

The first intensive multi-component ground-based remote sensing observations by sky radiometer and Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) were performed simultaneously at the SKYNET/Phimai site located in central Thailand (15.18°N, 102.56°E) from January to April 2016. The period corresponds to the dry season associated with the intense biomass burning (BB) activity around the site. The near-surface concentration of formaldehyde (HCHO) retrieved from MAX-DOAS was found to be a useful tracer for absorption aerosols from BB plumes, when BB was the dominant sources of HCHO and absorption aerosols over other sources. As the HCHO concentration tripled from 3 to 9 ppbv, the ratio of gaseous glyoxal to HCHO concentrations in daytime decreased from ~0.04 to ~0.03, responding presumably to the increased contribution of volatile organic compound emissions from BB. In addition, clear increases in aerosol absorption optical depths (AAODs) retrieved from sky radiometer observations were seen with the HCHO enhancement. At a HCHO of 9 ppbv, AAOD at a wavelength of 340 nm reached as high as ~0.15±0.03. The wavelength dependence of AAODs at 340-870 nm was quantified by the absorption Ångström exponent (AAE), providing evidence for the presence of brown carbon aerosols at an AAE of 1.5±0.2. Thus, our multi-component observations around central Thailand are expected to provide unique constraints for understanding physical/chemical/optical properties of BB plumes.

キーワード：バイオマスバーニング、ホルムアルデヒド、グリオキサール、エアロゾル、スカイラジオメータ、MAX-DOAS
Keywords: Biomass burning, HCHO, CHOCHO, aerosol, sky radiometer, MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*Ming-Tung Chuang[1]

1. Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica

From autumn to the following spring, annually, the northeast monsoon transports PM2.5 (particles less than
2.5 μm in aerodynamic diameter) from the Asian continent to downstream areas. Naturally, this triggered a
question: What are the contributions of PM2.5 from long-range transport (LRT) and local pollution (LP) at any
downstream location? To answer that question, the present study developed an economical and efficient method
that can easily estimate the contribution of PM2.5 from LRT (LRT-PM2.5) and PM2.5 from LP (LP-PM2.5). The
method used PM2.5 and meteorological observation data in Taiwan from 2006 to 2015 and a short-term simulation
from January to May in 2010. The analysis classified the data into three types of PM2.5 source patterns:
LRT-Event (high concentration plume at the front edge of southward moving anticyclones/strong northeast
wind), LRT-Ordinary (less concentration in common strong northeast wind), and LRT/LP Mix or Pure LP (PM2.5
was from both LRT and LP or from only LP under weak northeast wind). During the ten-year period, the average
LRT-PM2.5 values at the northern tip of Taiwan were 31–39 μgm−3, 12–16 μgm−3, and 4–13 μgm−3 for the
LRT-Event, LRT-Ordinary, and LRT/LP Mix or Pure LP patterns, respectively. The 10-year average LRT-PM2.5
and LP-PM2.5 contributions were approximately 70:30 in northern Taiwan, 50:50 in central Taiwan, and 30:70 in
southern Taiwan for the LRT-Event pattern; 60:40 in northern and 40:60 in central and southern Taiwan for the
LRT-Ordinary pattern; and 30:70 in northern and 25:75 in central and southern Taiwan for the LRT/LP Mix or
Pure LP pattern. Interestingly, LRT-PM2.5 peaked in 2013 but has decreased annually since then, whereas LPPM2.5
has roughly decreased in the past ten years.

Keywords: PM2.5, long-range transport, local pollution, CMAQ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測
Vertical characterization of $PM_{2.5}$ based on observation using compact sensors on and around Mt. Unzen in Nagasaki Prefecture

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]
*Tomoki Nakayama[1], Ayane Ueno[1], Kenta Kanegae[1], Kazuaki Kawamoto[1], Kodo Umakoshi[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2]

1. 長崎大学　環境科学部、2. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所
1. Faculty of Environmental Science, Nagasaki University, 2. ISEE, Nagoya University

$PM_{2.5}$等のエアロゾル粒子は、太陽光を光吸収もしくは光散乱したり、雲凝結核として雲粒生成に関与したりすることで、放射収支を変化させ、直接もしくは間接的に気候変動に影響を及ぼしている。また、人間の体内に取り込まれると、呼吸器および循環器の疾患を引き起こすなど、その健康影響が懸念されている。日本において$PM_{2.5}$の起源として、国内の排出源の影響に加えて、アジア大陸からの越境輸送の寄与が考えられる。特に、長崎県などの九州西北部においては、冬季から春季に高濃度の$PM_{2.5}$を含む越境輸送気塊が頻繁に到達することが知られている。$PM_{2.5}$の重量濃度の測定は、環境省の常時監視局（そらまめ君）などで行われているが、人口の少ない山岳部での観測点は極めて限られている。また、大型で高価なベータ線吸収法を用いた装置を、多点観測に用いるのは難しい。我々は、最近、パナソニック株式会社と共同で個々の粒子の光散乱強度を計測することで$PM_{2.5}$の重量濃度が計測可能な小型$PM_{2.5}$センサを開発した[Nakayama et al. 2018]。

本研究では、長崎県の雲仙岳周辺で本センサを用いた$PM_{2.5}$重量濃度の観測を実施して、高度方向および東西方向の広がりおよび、その時間変動について解析した。2018年12月以降、標高20 mから1300 mの6地点に小型$PM_{2.5}$センサを設置し、1分程度の時間分解能で測定している。これまでの観測により、冬季に35 $\mu g/m^3$以上の高濃度$PM_{2.5}$が観測された際には、地上付近と高度1 km以上で概ね同程度の$PM_{2.5}$の重量濃度となる場合が多い一方、上空から清浄な気塊が流入したり、安定な境界層内に粒子が滞留したりすることで、地上付近でのみ高濃度$PM_{2.5}$が観測された事例も見られた。今後、雲仙岳から北西38 kmに設置されている国立環境研究所のライダー観測データとの比較を進める予定である。

謝辞
本観測は、雲仙市、島原市、南島原市、雲仙ロープウェイ株式会社、およびパナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施している。

文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：PM2.5、越境汚染、小型センサー、山岳
Keywords: PM2.5, Transboundary Air Pollution , Compact sensor, Mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5]
*Hiroki Igarashi[1], Takenori Sato[1], Tatsuhiro Mori[1], Kazuhiko Miura[1], Yoko Iwamoto[2], Ryuichi Wada[3], Shungo Kato[4], Hiroshi Okochi[5]

1. 東京理科大学、2. 広島大学、3. 帝京科学大学、4. 首都大学東京、5. 早稲田大学
1. Tokyo University of Science, 2. Hiroshima University, 3. Teikyo University of Science, 4. Tokyo Metropolitan University, 5. Waseda University

An improved understanding of a new particle formation (NPF), which is a key process controlling the spatial and temporal distributions of aerosol concentration, is needed to estimate the direct radiative forcing. However, it is difficult to quantitatively understand the mechanism of NPF because the frequency of the NPF depends on the aerosol concentration, gases, and meteorological condition. In this study, we measured number concentrations (*N*) of aerosol particles (10 to 487 nm) at the summit of Mt. Fuji (35.360˚N, 138.727˚E, 3776 m a.s.l.) between July and August during 2011-2017. We report the annual and diurnal variations of the frequency of the NPF for a long-term period. The summit of Mt. Fuji is usually located in the free troposphere and enable us to observe the long-range transport of aerosol particles. The NPF event was defined as the event that *N* increases over 1 hour for diameter smaller than 25 nm. We observed 172 NPF events (daytime and nighttime events were 90 times and 82 times, respectively) during the observation period. Most events occurred at 8 o'clock (at the peak of daytime events) and 20 to 21 o'clock (at peaks of nighttime events) in local time. In addition, the growth rate of aerosol particles was calculated. The median value of the growth rate was estimated to be 5.27 nm/h (6.03 nm/h for daytime and 4.56 nm/h for nighttime) at 40 NPF events, suggesting that aerosol particles are easily grown during daytime. Finally, using a back trajectory analysis (NOAA HYSPLIT version 4), we investigated when and where the NPF occurred. As a result, it is suggested that 62.5% of the total NPF occurred during the daytime, and the rest occurred during the nighttime (37.5%). The NPF frequently occurred during daytime over Japan although a few NPF occurred over the sea during nighttime.

キーワード：新粒子生成、富士山、夜間NPFイベント、粒径分布
Keywords: New particle formation, Mt. Fuji, Nighttime NPF event, Particle size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析
Measurement of atmospheric metal particles using an ICP-MS and TEM.

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2]
*Takeshi Kinase[1], Kouji Adachi[1], Mizuo Kajino[1], Masahiko Hayashi[2], Keiichiro Hara[2]

1. 気象研究所、2. 福岡大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka

大気中には金属成分を主体としたエアロゾル（以下、金属粒子）が多く存在する。これら金属粒子の中には特に強い酸化能を示すものが存在し、人体内部に沈着し、健康影響を及ぼすことが分かってきている。それらは細胞表面または細胞中にて活性酸素やラジカルを形成し、酸化ストレスを与え、細胞死やDNAの損傷を引き起こす。しかし、それぞれの金属粒子がどの程度の酸化能を有し、どの程度人体に影響を及ぼすかはまだあまりよくわかっていない。また、酸化鉄などの有色金属粒子は太陽放射を吸収し、温暖化に寄与することが示唆されている。しかしその各地点における存在量や詳細な性状については明らかにされていない。

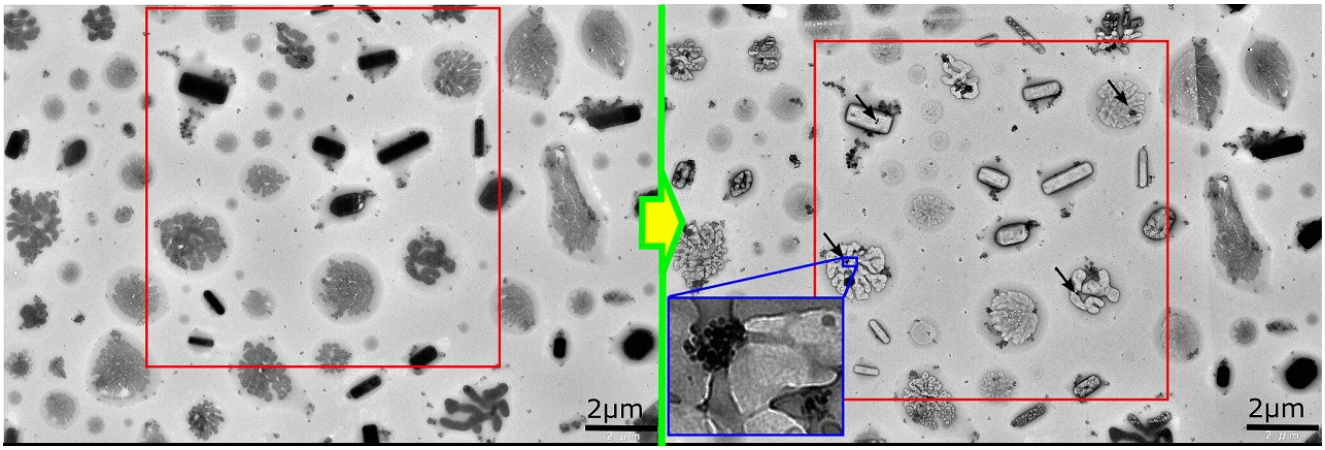
本研究では、誘導結合プラズマ質量分析計（以下ICP-MS）により大気中の金属濃度を連続測定し、同時にインパクターでグリッド上に採取したエアロゾルサンプルの透過型電子顕微鏡(TEM)、走査型透過電子顕微鏡(STEM)、エネルギー分散型X線分光法(EDS)による観察を実施した。使用したICP-MSにはガス交換機を接続しており、エアロゾルがアルゴンガス雰囲気下に置換することで、エアロゾルを直接ICP-MSに導入し、リアルタイムでの測定が可能となっている。これにより大気中金属粒子濃度の時系列変動を定量的に把握し、期間中の各種金属の増減イベントごとに観察される金属粒子の形態・組成をTEMおよびEDS-STEM分析により明らかにする。また、大気中を浮遊する金属粒子の特徴や、その混合状態についても知見を得ることを目的としている。

本観測は冬季（2018/1/17～2/8）と春季（2018/5/8～5/30）の二期間に福岡大学にて集中観測として実施した。観測の結果、両期間ともICP-MSにより複数回のイベントをとらえることができた。最も質量濃度が高い成分はFeやAlで、次いでZn、Mn、Cr、Pbが多く存在しており、増減の挙動も比較的一致していた。またMn、V、AlとFeの相関を取ると、二つの傾きが存在することが分かった。Feと挙動が一致しない成分としてはAg、Au、Mo、Tcなどがあった。ICP-MSで金属の高濃度イベントを検出した時間帯のサンプルについてTEMで観察すると、金属主体の微小な球形粒子(小さいものでは数nm)の凝集体を見つけることができた。その主たる粒子はFe、Mn、Crなどを含む粒子で、ほとんどの粒子は硫酸塩と内部混合していた。また、一つの粒子の中に複数個の細かい金属粒子が散乱して内部混合しているケースも見られた。ZnやPbを主に含む金属粒子も硫酸塩に内部混合しているが、粒子ではなく溶存体として存在するか、あるいは電子線により分解する結晶状態として観察された。

主要な金属成分以外にも、Ag、Sb、Cuなどを多く含む金属粒子も確認することができた。本研究で得られたデータは、大気中の金属粒子の挙動を理解するうえで有用となる。

キーワード：酸化能、金属粒子、ICP-MS、透過型電子顕微鏡、形態観察
Keywords: Oxidation potential, Metal particle, ICP-MS, TEM, Feature observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果
Experimental results on measuring device of complex refractive index using the single particle extinction and scattering method

*高砂 裕也[1]
*TAKASAGO YUYA[1]

1. 東京大学大学院　理学系研究科
1. Tokyo university

大気エアロゾルの種類、量の変化はアルベドを変化させ、放射収支や気候変動をもたらす。しかし現在のところその変動幅の予測精度は高くない。大気エアロゾルの種類を推定することのできる物理量として複素屈折率がある。既存の手法ではバルクごとの複素屈折率を測定する手法が主流であり、単一粒子ごとに測定する事案は少ない。粒子種ごとに複素屈折率の厳密な測定データが得られることにより粒子種別の気候変動幅の予測精度を向上させることが可能なため、複素屈折率の単一粒子ごとの測定は重要である。本研究では複素屈折率を測定する手法として単一粒子光消散法を用いた実験を行った。単一粒子光消散法とは、微粒子にレーザーを投射することにより発生する前方散乱光強度と、散乱光と入射光との干渉を測定し、それらから粒子の複素屈折率の値を推定する手法である。この手法を用いた実験装置を開発し、ポリスチレン、BC標準粒子と降水試料（沖縄、八方、福井）での実験を行った。現在は、実験から得られた前方散乱強度と入射光と散乱光の干渉データから粒子種と複素屈折率などの粒子特性を推定する逆問題を解く手法を思案中であり、機械学習のクラスタリングの手法を用いて複数種類の粒子が混ざった試料から粒子種別に分類する方法を開発中である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7]
*Yongjoo Choi[1], Yugo Kanaya[1], Hye-Jung Shin[2], Seung-Myong Park[2], Atsushi Matsuki[3], Yasuhiro Sadanaga[4], Sang-woo Kim[5], Itsushi Uno[6], Xiaole Pan[7]

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

Compared to carbon dioxide (CO_2), which is a major long-lived greenhouse gas, the influence of black carbon (BC) to global warming is not negligible among the short-lived components. To improve the bottom-up emission inventory for enhancing the understanding level of BC, the measured ΔBC/ΔCO ratios were compared with those from the Regional Emission inventory in Asia (REAS) version 2.1 bottom-up inventory. The measurements were conducted at two sites in Korea (Baengnyeong; 124.63˚ E, 37.97˚ N, and Gosan; 126.17˚ E, 33.28˚ N) and two sites in Japan (Noto; 137.36˚ E, 37.45˚ N, and Fukuoka; 130.47˚ E, 33.52˚ N). The instruments for measuring CO concentration are same at all sites as Model 48i (Thermo Fisher Scientific), however, the instruments for BC were different depends on the sites (sunset EC/OC analyzer in Baengnyeong, Continuous Light Absorption Photometer in Gosan, Multi-Angle Absorption Photometer in Noto and Fukuoka). Based on the backward trajectories during past 120 hours calculated from HYSPLIT model, all trajectories were assigned to six study domains which divided by country and/or administrative district (East China, North China, Northeast China, South Korea, North Korea, and Japan). To exclude the wet-removal effect, the ΔBC/ΔCO ratio was considered only when the accumulated precipitation along a backward trajectory (APT) for three days is equal to zero. Also, we confirmed that the comparison of ΔBC/ΔCO by six study domains could be reasonable since there were no significant differences in ΔBC/ΔCO ratio depending on traveling time (dry deposition effects) and residence time over the emission source areas. Compared to measured ΔBC/ΔCO ratio (6.6 –8.4 ng/m^3·ppb), ΔBC/ΔCO from REAS emission inventory (8.0 ng/m^3·ppb for East China –23.2 ng/m^3·ppb for South Korea) were overestimated by factor 1.2 for East China to 2.9 for South Korea whereas those for North Korea (3.7 ng/m^3·ppb from REAS) was underestimated by factor 2.0. The measured ΔBC/ΔCO ratios in Japan (6.8 ng/m^3·ppb) were similar to those from REAS emission inventory (6.5 ng/m^3·ppb). The seasonal and spatial differences of ΔBC/ΔCO ratios between measured and emission inventory will be examined to identify the over- and under-estimated administrative districts.

キーワード：Black Carbon、Carbon monoxide、REAS emission inventory、ΔBC/ΔCO ratios
Keywords: Black Carbon, Carbon monoxide, REAS emission inventory, ΔBC/ΔCO ratios

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation

*Ping Wang[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Emissions inventories of black carbon (BC), which are traditionally constructed using a “bottom-up” approach based on activity data and emissions factors, are considered to contain a large level of uncertainty. In this paper, an ensemble optimal interpolation (EnOI) data assimilation technique is used to investigate the possibility of optimally recovering the spatially resolved emissions bias of BC. An inverse modeling system for emissions is established for an atmospheric chemistry aerosol model and two key problems related to ensemble data assimilation in the top-down emissions estimation are discussed: 1) how to obtain reasonable ensembles of prior emissions; and 2) establishing a scheme to localize the background-error matrix. An experiment involving one year long simulation cycle with EnOI inversion of BC emissions is performed for 2008. The bias of the BC emissions intensity in China at each grid point is corrected by this inverse system. The inversed emission over China in January is 240.1 Gg, and annual emission is about 2539.3 Gg, which is about 1.8 times of bottom-up emission inventory. The results show that, even though only monthly mean BC measurements are employed to inverse the emissions, the accuracy of the daily model simulation improves. Using top-down emissions, the average root-mean-square error of simulated daily BC is decreased by nearly 30%. These results are valuable and promising for a better understanding of aerosol emissions and distributions, as well as aerosol forecasting.

Keywords: Inverse modeling, black carbon, ensemble optimal interpolation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定
Analysis of BC emissions in East Asia using inverse model

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4]
*Takashi Maki[1], Taichu Y Tanaka[1], Naga Oshima[1], Thomas Sekiyama[1], Keiichi Kondo[1], Jun-ichi Kurokawa[2], Keiya Yumimoto[3], Toshimasa Ohara[4]

1. 気象研究所、2. アジア大気汚染研究センター、3. 九州大学、4. 国立環境研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Asia Center for AirPollution Research, 3. Kyushu University, 4. National Institute for Environmental Studies

In addition to affecting climate change and global warming, Black Carbon (BC) brings impact on society and human health as well. However, changes in BC emissions in east Asia have yet to be fully understood. Attempts have been made by various institutions and researchers to estimate BC emission inventories from various statistics but there are problems such as lack of rapid reporting. In order to modify black carbon emissions inventory based on this statistic, we have constructed an BC emission inversion system for east Asia using aerosol transport model and surface observations. The analysis period for emissions is from 2011 to 2014. We adopt global aerosol transport model named MASINGAR mk-2 (Tanaka et al.). The model is a subset of MRI (Meteorological Research Institute) earth system model for climate research and can treat BC, OC, mineral dust, sulfate and sea-salt with external mixing. We divided tags of each province of China, South Korea, Japan into 33 regions and carried out tagged tracer transport experiments. We collected 5 surface sites daily observation data (Hedo, Fukue, Echizen, Happo and Lulin). A priori BC emission is provided by REAS 2.2 (Kurokawa et al.) at 2010. Inversion results suggested that BC emissions in East Asia between 2011 and 2014 are decreasing especially in China about 10%, compared to the 2010 emissions. There was no significant change in BC emissions in Japan and South Korea during the analysis period. However, the observation network could constrain mainly northern part of China. We need more observation data (ex. satellite data) to constrain BC emission amount.

キーワード：逆推計、BC排出量、エアロゾルモデル
Keywords: Inverse model, BC emission, Aerosol model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Source attribution of BC in the northern Pacific and Arctic Ocean by chemistry climate model

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2]
*Takato Onishi[1], Kengo Sudo[1,2], Yugo Kanaya[2], Fumikazu Taketani[2]

1. 名古屋大学　大学院環境学研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

黒色炭素(BC)はバイオマスや化石燃料の燃焼によって大気中に排出される。大気中のBCは可視光を吸収し、大気を加熱するため地球温暖化に寄与していると考えられている。排出直後の外部混合状態のBCは疎水性であり、雲凝結核としては取り込まれにくく、降水沈着の影響を受けにくいので、長距離輸送される可能性がある。輸送されたBCが雪氷面に沈着すると、BCの強い可視光吸収性により、アルベドを下げ雪氷の融解を促進する。

本研究では、北半球高緯度域におけるBCの長距離輸送に着目し、大気化学モデルCHASERによるタグトレーサー計算を用いて、ソース域・起源ごとの寄与推定を行った。BC計算については、海洋研究開発機構・みらいの船上観測（8-9月）で得られたBCデータを用いて評価および解釈を実施した。その結果、北緯70度以南の太平洋域では～7倍程度の過大評価となり、日本近海では観測との差は小さいが、東経160度から180度の範囲では強い過大評価を示した。一方で北緯70度以北ではモデルが13倍～60倍の過大評価を示し、北極海域ではモデルが観測に対して大幅に過大評価している傾向が確認された。またBCの起源としては北太平洋ではシベリア・北アメリカ・中国の寄与が大きく、北極海ではシベリア、北アメリカの寄与が大きいことが示唆された。

BCの過大評価傾向は、モデル内の降水による湿性沈着が過小であることを示している可能性がある。しかしながら、モデル内で計算されている降水場は、ERA-Interim等と比較すると、むしろ過大評価であった。このことから、BCの雲への取り込み率の過小評価など、湿性沈着スキームに不整合がある可能性が示唆される。そこでモデルにおける降水とBCの湿性沈着の関係を評価するために、BCの湿性沈着フラックスを大気中のBCの存在量で正規化した値と降水の相関係数を求めた結果、0.4程度となり、降水によるBCの除去が弱いことが示唆された。さらに2014-2017年の地表から対流圏下層におけるBC濃度に対する内部混合BCの比率(混合比)を求めたところ、北極域~北太平洋高緯度域で30%程度となり、BCの過大評価が卓越する領域においては、疎水性の外部混合BCの寄与が支配的であることが確認された。

以上のことから、外部混合から内部混合への変質過程（aging）の表現や、外部混合BCの湿性沈着の計算に改良の余地が大きいことが示唆される。なお発表時には過大評価をより低減させた結果についても紹介したい。

キーワード：黒色炭素、化学気候モデル、湿性沈着、北極海、太平洋
Keywords: BC, chemistry-climate model, wet deposition, Arctic Ocean, Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Evaluation of a mobile $PM_{2.5}$ sensor and application to the measurements along the National route 1 and around Nagasaki University

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1]
*Kenta Kanegae[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2], Tomoki Nakayama[1]

1. 長崎大学、2. 名古屋大学
1. Nagasaki University, 2. Nagoya University

$PM_{2.5}$の人体への短期曝露は、ぜんそくや気管支炎などの呼吸器系疾患や循環器系疾患などのリスクを上昇させる要因であり、$PM_{2.5}$濃度の上昇により死亡リスクの上昇も懸念されている。そのため、個人単位での$PM_{2.5}$の曝露量の把握することが重要である。我々が、パナソニック社とともに共同開発した小型$PM_{2.5}$センサ[Nakayama et al. 2018]は、個々の光散乱を検出して、粒径区分ごとの粒子数密度を計測することで$PM_{2.5}$重量濃度を得るものであり、ベータ線吸収法などによる高価で大型のものとは異なり、持ち運び可能なコンパクトなサイズであり、個人曝露量計測に応用できる可能性がある。しかしながら、本小型$PM_{2.5}$センサは、小型のヒータによる熱対流を用いて、粒子をセンサ内に導入しているため、持ち運んで計測する場合、装置の傾きや揺れにより、センサの感度が変化する可能性がある。

そこで本研究では、本$PM_{2.5}$センサを実験室内で、傾けたり、揺らしたりした場合に感度がどの程度変化するかを調べた。また、本センサを携帯して屋外で歩行した場合に、静置時に比べて、どれだけ感度が低下するか調べた。これらの結果から、センサの傾きが±10°以内になるように携帯すれば、通常の歩行において、大きな感度変化なく$PM_{2.5}$の計測が可能であることが分かった。さらに、本センサを携帯して、国道1号線（東京から京都）および長崎市内を歩行し、$PM_{2.5}$重量濃度の測定を行った。今後、得られた$PM_{2.5}$の分布状況を、周囲の環境や気象条件、常時監視での測定結果と比較し、$PM_{2.5}$の局所的な排出源や拡散・輸送過程について調べる予定である。本センサを個人曝露量計測に用いることで、$PM_{2.5}$の呼吸器や循環器への影響などに関する疫学研究への応用が期待できる。

謝辞
本研究は、パナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施した。

参考文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：小型PM2.5センサ、個人曝露量、モバイル測定
Keywords: Compact PM2.5 sensor , Personal exposure, Mobile measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Particulate Matters, Mortality, Respiratory Diseases, Cardiovascular Diseases

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Odour, CALPUFF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Stepwise decrease in atmospheric trace gases near the ground associated with rapid vertical mixing observed by 3-D coherent Doppler lidar and in-situ gas measurements

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3]
*Hisahiro Takashima[1], Keiichiro Hara[1], Yuki Ohira[1], Akinori Takami[2], Ayako Yoshino[2], Yasushi Fujiyoshi[3]

1. 福岡大学理学部、2. 国立環境研究所 、3. 北海道大学
1. Fukuoka University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Hokaido University

Stepwise decreases, which occur over several minutes, in nitrogen oxides (NOx) and carbon monoxide (CO) concentrations, in which the main source of these gases is supposed to be near the surface, are sometimes observed in Fukuoka, urban site in Japan, during the summer-winter seasons. In the most cases, ozone (O_3) content, which could be higher at higher altitudes, increases. Wind observations by 3-D coherent Doppler lidar suggest there is a thin surface layer (up to ~50-300 m thickness) near the ground before the stepwise change, and then rapid vertical mixing associated with the local meteorological system occurs. The surface thin layer plays a role as a cover of pollutants near the ground, and the vertical mixing within the boundary layer rapidly dilutes/reduces the pollutant contents near the ground.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Spatiotemporal variations of nitrogen dioxide (NO_2) over Fukuoka , observed by multiple MAX-DOAS instruments and 3-D coherent Doppler lidar

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2]
*Hironobu Ueki[1], Hisahiro Takashima[1], Martina M. Friedrich[2]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB)
1. Fukuoka university, 2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Belgium

福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の3次元的な時空間変動を調べるために、MAX-DOAS（Multi AXis Differential Optical Absorption Spectroscopy）法というリモートセンシング観測手法を用いて、2018年10月～2019年1月の期間、都市部から海側を観測する2地点（薬院（33.580˚N,130.396˚E）、祖原（33.580˚N,130356˚E））と、都市部から約4 kmほど離れ都市部の方向を観測する1地点（福岡大学（33.550˚N,130.364˚E））において、高時間分解能（4分）でNO_2の鉛直分布を観測した。

快晴で雲が少ない11月29日について詳細な解析を行ったところ、7時～10時ごろまでは地表付近でNO_2濃度が高く、その後10時30分ごろから約1時間かけてNO_2濃度の極大域が上空へ移動していた。また海側では13時30分頃からNO_2濃度が境界層内全体で減少し、その約30分後都市部でも境界層内全体でNO_2濃度が減少していた。3次元コヒーレントドップラーライダーを用いて風の3次元分布を調べたところ、10～13時頃にベナール対流のような流れがあり、14時以降には海風が卓越していた。これらのことから、11時ごろNO_2濃度が高い空気塊が境界層内を鉛直輸送され、その後14時以降に海風により清浄な大気が南方方向に水平輸送されたと示唆された。

キーワード：MAX-DOAS
Keywords: MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量
Measurement on the ^{17}O-excess of tropospheric nitrogen oxides

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2]
*Fumiko Nakagawa[1], Dong Ding[1], Urumu Tsunogai[1], Takashi Yamaguchi[2], Izumi Noguchi[2]

1. 名古屋大学 大学院環境学研究科、2. 北海道立総合研究機構 環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute of Environment Sciences, Hokkaido Research Organization

二酸化窒素（NO_2）は、対流圏や成層圏での化学反応を駆動する光化学オキシダントの濃度に影響を与える重要な微量気体成分である。その多くは、まずNOとして大気中に排出され、NOがHO_2やO_3などと反応してNO_2となる。NO_2は、大気中でさらにHNO_3に酸化されて大気から除去されるが、その反応経路は日射量や温度などを反映して変化する。この反応経路を明らかにすることは、大気中に放出されたNOの寿命や放出から沈着までの輸送距離を考える上で不可欠である。近年、三酸素同位体異常(Δ^{17}O値) を指標に用いることで、NOからHNO_3への光化学反応経路が解析できることが明らかになってきた(Michalski et al., 2003; Tsunogai et al., 2010; Nelson et al., 2018)。これは、Δ^{17}O値がO_3生成反応などの特殊な反応でのみ変化し、一般の反応では変化しないため、HNO_3のΔ^{17}O値よりNOからHNO_3へ至る反応経路上で加わったO_3由来のO原子数の情報を引き出すことができるからである。ただし、過去の報告で使用されているNO_2のΔ^{17}O値は実測値ではなく、あくまでもモデルから推定されたものであった(Michalski et al., 2003; Morin et al., 2009)。そのため、NO_2のΔ^{17}O値を定量することは一つの大きな課題であった。また、NO_2は、HNO_3となる以外に、不均一反応やフミン酸などとの反応を経由して、HONOにも還元されることが知られている(Finlayson-Pitts et al., 2003; Stemmler et al., 2006; Kleffmann, 2007)。HONOは、光分解してOHラジカルを放出するなど多様な反応を駆動するため、HONOの起源や大気中での挙動を把握することは非常に重要である。近年、HONOのΔ^{17}O値定量法が確立され、大気中HONOの起源解明の指標として活用され始めたが、HONOの前駆物質の1つであるNO_2のΔ^{17}O値が測定できないことから、誤差の大きい解析しか出来なかった。

そこで本研究ではNO_2のΔ^{17}O値を定量する手法を開発した。NO_2の捕集には、HONO捕集用のフィルターパック法（野口他, 2007）にNO_2捕集用のフィルター（トリエタノールアミン（TEA）含浸フィルター）を加えることによって行った。NO_2はTEA含浸フィルター上にNO_2^-態として集め、これをアジ化水素と反応させることによってN_2Oに還元し、さらに熱分解によってO_2に変換し、そのΔ^{17}O値を定量することでNO_2のΔ^{17}O値を定量した。開発した手法を用いて、名古屋市と札幌市でNO_2とHONOのΔ^{17}O値を定量するための観測を数回行った。その結果、NO_2のΔ^{17}O値は日出と共に上昇し、正午前後に最大になり、その後減少し続けて日出直前に最小になる時間変動を示した。また、HONOのΔ^{17}O値も同様の時間変動を示したことから、NO_2はHONOの主要発生源の1つであることが考えられた。また、札幌市のHONOは名古屋市と比べると、有意に低いΔ^{17}O値を示したことから、札幌はNO由来のHONOの寄与が大きいと考えられた。

キーワード：窒素酸化物、対流圏、三酸素同位体組成
Keywords: nitrogen oxides, troposphere, triple oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Long-term measurements of the column-averaged mixing ratios of tropospheric substances related to the air pollution using ground-based FTIRs at Rikubetsu, Japan

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1]
*Tomoo Nagahama[1], Isamu Morino[2], Shingo Nakanishi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies

反応性の高い揮発性有機物（VOCs）等の炭素化合物から生じる様々な大気汚染物質は、発生源付近で深刻な大気質の低下を招くだけでなく、化学変化しながら遠隔地に輸送され、都市域とその周辺の大気質にまで影響を与えるため、大気質を保全する上で大きな問題として注目されている。特に森林火災や生物起源のVOCを起源とするHCHOやHCOOHは寿命が数日以内で、発生源近傍に分布することからその分布と時間変動は発生源と全球の環境への影響とを関連付ける上での重要な鍵となる。そこで我々は、北海道陸別町に設置した高分解能フーリエ変換型赤外分光器（FTIR）（Bruker社 IFS120M及びIFS120/5HR）による太陽光吸収スペクトルデータから対流圏大気汚染関連物質の高度分布を求め、それらの時間変動から長期にわたる大気質変動の特徴とその影響を理解する研究を進めている。陸別町における観測は、名古屋大学宇宙地球環境研究所と国立環境研究所は共同して行っている。観測波長は3~15 μmの領域で、波数分解能0.0035 cm^{-1}でスペクトルを取得し、解析ソフトウエアSFIT4 (version 0.944)を用いて各種大気微量成分の高度分布解析を行っている。これまでにO_3、CH_4、C_2H_6、N_2O、CO、HCN、HCHO、HCOOH、C_2H_2、CH_3OH等のカラム全量と対流圏平均混合比の解析を進めており、それらの季節変動と1995年から2018年までの長期変化を得た。観測から得られた対流圏カラム平均混合比の季節変動は微量成分ごとに異なる。O_3、C_2H_6、COは3-4月に最大となるのに対して、HCHOは７月、HCNは５月と８月にピークとなった。これらは各微量成分の生成・消滅過程を反映したものであり、特に寿命が短いHCHOは森林火災だけでなく夏期の生物起源VOCの酸化を反映したものと考えられる。

発表では各種微量成分の時間変動の詳細とともに、これらの全球の環境への影響等について議論する。

キーワード：大気汚染物質、カラム平均混合比、赤外分光法、季節変動、長期変動
Keywords: Air pollutants, Column-averaged mixing ratio, Infrared spectroscopy, Seasonal variation, Long-term trend

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1]

1. Nanjing University of Information Science & Technology

This study is the first attempt to understand the synergistic impact of anthropogenic and biogenic emissions on summertime ozone (O_3) formation in the Guanzhong (GZ) basin where Xi’ an, the oldest and the most populous city (with a population of 9 million) in the northwest China, is located. Month-long (August 2011) WRF-Chem simulations with different sensitivity experiments were conducted and compared with near-surface measurements. Biogenic volatile organic compounds (VOCs) concentrations were characterized from 6 surface sites among the Qinling Mountains, and urban air composition was measured in the Xi’ an city at a tower 100 m above the surface. The WRF-Chem control experiment reasonably reproduced the magnitudes and variations of observed O_3, VOCs, NO_x, $PM_{2.5}$ and meteorological parameters, with normalized mean biases for each parameter within ±21%. Subsequent analysis employed the factor separation approach (FSA) to quantitatively disentangle the pure and synergistic impacts of anthropogenic and/or biogenic sources on summertime O_3 formation. The impact of anthropogenic sources alone was found to be dominant for O_3 formation. Although anthropogenic particles reduced NO_2 photolysis by up to 60%, the anthropogenic sources contributed 19.1 ppb O_3 formation on average for urban Xi’ an. The abundant biogenic VOCs from the nearby forests promoted O_3 formation in urban areas by interacting with the anthropogenic NO_x. The calculated synergistic contribution (from both biogenic and anthropogenic sources) was up to 14.4 ppb in urban Xi’ an, peaking in the afternoon. Our study reveals that the synergistic impact of individual source contributions to O_3 formation should be considered in the formation of air pollution control strategies, especially for big cities in the vicinity of forests.

Keywords: ozone, biogenic volatile organic compounds, WRF-Chem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Comprehensive monitoring project of greenhouse gases and air pollutants around Jakarta megacity in Indonesia

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6]

*Masahide Nishihashi[1], Hitoshi Mukai[1], Yukio Terao[1], Shigeru Hashimoto[1], Rizaldi Boer[2], Muhammad Ardiansyah[2], Bregas Budianto[2], Gito Sugih Immanuel[2], Adi Rakhman[2], Rudi Nugroho[3], Nawa Suwedi[3], Agus Rifai[3], Iif Miftahul Ihsan[3], Anies Marufatin[3], Albert Sulaiman[3], Dodo Gunawan[4], Eka Suharguniyawan[4], Asep Firman Ilahi[4], Muharam Syam Nugraha[4], Ronald Christian Wattimena[4], Bayu Feriaji[4], Thomas Lauvaux[5], Tomohiro Oda[6]

1. 国立環境研究所、2. ボゴール農科大学、3. インドネシア技術評価応用庁、4. インドネシア気象気候地球物理庁、5. LSCE、6. USRA/NASA

1. National Institute for Environmental Studies, 2. Bogor Agricultural University (IPB), Indonesia, 3. Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT), Indonesia, 4. Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency (BMKG), Indonesia, 5. Laboratory for Sciences of Climate and Environment (LSCE), France, 6. Universities Space Research Association/NASA Goddard Space Flight Center, USA

The emission increases of greenhouse gases (GHGs) and air pollutants in megacities have been recognized as one of the important issues as a concern for health and climate change. Jakarta, the capital city of Indonesia, including suburban cities (Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi; locally known as “Jabodetabek”), has a population of 32 million people and has been listed as the second largest megacity in the world and the largest megacity in Southeast Asia. Several air quality monitoring campaigns were conducted in Jakarta. However, previous studies lacked continuous high-accuracy monitoring stations due to the limitations of environmental monitoring budgets and experts. We present here a new interdisciplinary project to expand our current understanding of the interactions between emissions, air quality, and regional/global climates.

To estimate the amount of anthropogenic emissions from Jakarta megacity and compare with city activities, we developed a ground-based comprehensive monitoring system of GHGs and air pollutants controlled remotely in addition to automated start-and-stop operations during power failures. Monitoring systems were installed at Bogor (center of Bogor city), Serpong (Jakarta suburb), and Cibeureum (mountainous area) in 2016–2017. Each monitoring system consists of system control/data acquisition units controlling multiple instruments and collecting continuously and continuous monitoring instruments of CO_2, CH_4, CO, NO_x, SO_2, O_3, aerosol concentrations ($PM_{2.5}$, PM_{10}, BC) and the chemical components (NO_3^-, SO_4^{2-}) of $PM_{2.5}$ and PM_{10}, and meteorological parameters. Flask sampling of air is also performed automatically once a week to analyze N_2O, SF_6, and carbon isotopes (^{13}C, ^{14}C) in CO_2 in NIES and to validate the continuous measurement data of CO_2, CH_4, and CO.

The results show that the daytime values of CO_2, three hours averages from 12 to 15 local time, at Bogor and Serpong are 6.8 and 7.1 ppm higher than Cibeureum, respectively. These features are also presented in the other species, i.e., CO, NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, and BC. Moreover, we found 5–10 ppm lower

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

values of CO_2 during daytime at Bogor and Serpong in December and January, mid-rainy season in Jakarta, compared with the other months and frequent and extremely high CH_4 enhancements during nighttime (i.e., 3 to 5 ppm) at Serpong.
We present here the temporal variability observed at three monitoring sites and some preliminary results based on high-resolution CO_2 simulations using Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem).

キーワード：温室効果ガス、大気汚染物質、都市観測、インドネシア
Keywords: greenhouse gases, air pollutants, urban monitoring, Indonesia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*Yasunori Tohjima[1], Jiye Zeng[1], Tomoko Shirai[1], Akihiko Ito[1], Motoki Sasakawa[1], Toshinobu Machida[1]

1. National Institute for Environmental Studies

National Institute of Environmental Studies (NIES), Japan, has been carrying out in-situ observation of atmospheric CH_4 at Hateruma Island (HAT; lat. 24.1˚N, long. 123.8˚E) since 1996 by using a gas chromatographic system. Since HAT is in the marginal region of the East Asia, air masses from the continental region would cause elevated concentrations of a variety of species including CH_4. Such events were often observed especially during late autumn to early spring due to the Asian monsoon. In the previous studies, we revealed a secular increase in the short-term variations of CH_4 and its relationship with the emission increase from the continental China. Here, we examined the seasonality of the short-term variations of CH_4 in 1996 to 2017. First, we computed the increment of the hourly CH_4 (ΔCH_4) over the baseline, which was the smoothed averages of CH_4 below the 20 percentile in a 101-hour moving time-window. Then the standard deviation of ΔCH_4 for each month of each year was computed. The average monthly standard deviations of ΔCH_4 show rather stable values in winter (November-February, 18~20 ppb), peaks in May (28 ppb) and September (26 ppb), and a dip in July (11 ppb). We simulated ΔCH_4 by a Lagrangian particle dispersion model (LPDM) using the monthly CH_4 emission maps of Patra et al. (2009) and EDGAR v4.3.2, respectively. Although the monthly variability of the simulated ΔCH_4 based on the Patra et al. (2009) emission maps well reconstructed the observed pattern of the monthly standard deviations, that based on the EDGAR v4.3.2 emission maps showed a maximum in March, which was not consistent with the observed pattern. The simulated maximum variability in March is related to the emission peak in March of the EDGAR v4.3.2 inventory, which is attributed to the maximum emissions from agricultural and livestock sectors. The lack of the spring peak in the observation suggests that the anthropogenic CH_4 emission in March of EDGAR v4.3.2 may be overestimated.

Keywords: atmospheric CH4, short-term variation, LPDM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1], Takuya Saito[1]

1. National Institute of Environmental Studies

Methane is an important greenhouse gas emitted from both natural and anthropogenic sources. Accurate understanding of various methane sources is needed for effective reduction of its emissions. Measurement of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane is useful for top-down evaluation of relative contributions of various types of methane sources, because individual methane sources have characteristic isotope signatures. Isotope ratio data for atmospheric methane therefore receive increasing attention for constraining the global methane budget. To meet research community demand, it is imperative for measurement systems to achieve adequate precision and traceability as well as high measurement throughput to process number of air samples that are routinely shipped from monitoring sites to laboratory. Stable carbon isotope ratio has been measured by continuous-flow isotope ratio mass spectrometry where methane in sample air is preconcentrated in a trap filled with an adsorbent cooled by liquid nitrogen. By using a stirring cooler instead, we set up a cryogen-free measurement system, and our configuration attained reproducibility of ~0.1 per mil. This precision is comparable to those previously achieved by using liquid nitrogen; our system is however advantageous for unattended and automated measurement operation. We examined measurements for air sampled outside our laboratory, and the preliminary measurement data at ~1-hour intervals show a clear diurnal variation.

Keywords: Methane, Stable carbon isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O’Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13]
*Yosuke Niwa[1,2], Akihiko Ito[1], Toshinobu Machida[1], Motoki Sasakawa[1], Yasunori Tohjima[1], Taku Umezawa[1], Shinji Morimoto[3], Shuji Aoki[3], Yousuke Sawa[2], Kazuhiro Tsuboi[2], Hidekazu Matsueda[2], Ed Dlugokencky[4], Christina Harth[5], Paul B Krummel[6], Ray L Langenfelds[6], Zoe M Loh[6], Jens Mühle[5], Simon O’Doherty[7], Ronald G Prinn[8], Michel Ramonet[9], Peter Salameh[5], Colm Sweeney[4], Ray Weiss[5], Dickon Young[7], Simona Castaldi[10,11], Sergio Noce[12], Marielle Saunois[9], Ann R Stavert[13]

1. 国立環境研究所、2. 気象研究所、3. 東北大学、4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5. Scripps Institution of Oceanography, University of California、6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7. School of Chemistry, University of Bristol、8. Massachusetts Institute of Technology、9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Meteorological Research Institute, 3. Tohoku University, 4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, 5. Scripps Institution of Oceanography, University of California, 6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere, 7. School of Chemistry, University of Bristol, 8. Massachusetts Institute of Technology, 9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ), 10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli, 11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University, 12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change, 13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere

Atmospheric methane (CH_4) is the most important greenhouse gas after carbon dioxide. Because CH_4 has a relatively short lifetime due to chemical losses in the atmosphere, it is expected that reducing CH_4 emissions would mitigate global warming in a relatively short timeframe. However, sources of atmospheric CH_4 are associated with a wide variety of processes such as fossil fuel production and consumption, agriculture, natural wetlands, and biomass burning, and our understanding of the full CH_4 budget is limited. To better understand CH_4 sources, an inverse analysis is one prominent methodology that estimates spatiotemporal variations of CH_4 sources consistent with their prior estimates and atmospheric observations within specified uncertainties. In this study, we performed a long-term inverse analysis of CH_4 fluxes with an inversion system named NICAM-TM 4D-Var (Niwa et al., 2017a,b). The inversion system is based on the atmospheric transport model NICAM-TM (Niwa et al., 2011), which has a homogeneous icosahedral grid system and mass conserving property. The horizontal model grid resolution was set to 223 km and the CH_4 flux estimation was performed at the same resolution, though some spatial error correlations were introduced. The prior flux dataset includes wetland/rice cultivation emission and soil uptake estimated by the terrestrial ecosystem model VISIT (Ito and Inatomi, 2012). The other emission categories are provided from the ongoing Global Carbon Project (GCP)–CH_4. In the inversion, several emission categories are separately estimated according to their seasonal and interannual variabilities. Compared with the prior estimates, the inverse analysis with ground-based station data estimated smaller emissions from East Asia and Europe, larger and smaller northern summer emissions from West Siberia and Hudson Bay Lowlands, respectively, and larger emissions from Bengal and Indochina areas. These

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

changes estimated by the inversion are attributed to emissions from anthropogenic categories (mainly fossil fuel related), natural wetlands, and rice cultivation, respectively. The presentation will also address the reliability of the inversion estimates using independent aircraft data and examine the independence of each category emission estimate.

References

Niwa et al. (2011), Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II, 89(3), 255–268.
Ito and Inatomi (2012), Biogeoscience, 9:759-773.
Niwa et al. (2017a), Geoscientific Model Development, 10(3), 1157–1174.
Niwa et al. (2017b), Geoscientific Model Development, 10(6), 2201–2219.

Acknowledgement

This study is supported by the Environment Research and Technology Development Fund (2-1701) of the Ministry of the Environment, Japan. The authors acknowledge the Global Carbon Project–CH_4 for providing the prior flux dataset, some of which is made under the support of the RUDN project "5-100". The authors also acknowledge Doug Worthy of Environmental Canada, Juha Hatakka of Finnish Meteorological Institute, Camille Yver Kwok of Laboratoire des Sciences du Climat et de l’ Environnement, Sebastien Conil of Andra, and Kazuyuki Saito and other members of Japan Meteorological Agency for providing observational data of atmospheric CH_4. This study used observational data of Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE). Operations of the AGAGE network are principally supported by the NASA Upper Atmospheric Research Program in the US, by the Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) in the UK, by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) and the Bureau of Meteorology (Australia) in Australia, with additional support from the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) in the US. Yosuke Niwa sincerely thanks the members of the NICAM team for developing and maintaining the codes of NICAM.

キーワード：メタン、逆解析
Keywords: methane, inverse analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果
Scientific findings from observations of GOSAT/TANSO-FTS TIR band

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1]
*Naoko Saitoh[1], Shingo Kosaka[1], Masato Shiraki[1], Hinako Kobayashi[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing

GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite）は、2009年1月23日に打ち上げられて以来、10年以上にわたって温室効果ガスの観測を行っている。GOSAT搭載のTANSO-FTS（Thermal and Near Infrared Sensor for Carbon Observation-Fourier Transform Spectrometer）の熱赤外バンド（TIRバンド）は、二酸化炭素、メタン、その他の温室効果ガス濃度の高度分布を観測している。TANSO-FTSのTIRバンドのVersion 1（V1）Level 2リトリーバルアルゴリズムでは、オゾン、水蒸気、気温を二酸化炭素及びメタンのバイプロダクトとして導出している[Saitoh et al. 2016]。

TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素及びメタンプロファクトのデータ質検証はすでに実施されている[Saitoh et al., 2016, 2017; Holl et al., 2016; Zou et al., 2016; Olsen et al., 2017]。まず、本研究では、評価されたバイアス補正値をTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素データに適用し、北アフリカの上部対流圏で、MOPITT（Measurement Of Pollution In The Troposphere）の一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度の変動を比較した。比較の結果、上空のMOPITTの一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度は両者とも3月から5月にかけて高くなっており、バイオマス燃焼に起因する高濃度の一酸化炭素及び二酸化炭素の空気塊が上空に輸送されたことが示唆される。

次に、TANSO-FTSのTIRバンドのV1のメタン濃度プロファイルは中低緯度の対流圏で航空機のメタン濃度プロファイルと概ね1%以内で一致していることがわかったので、本研究ではインド上空に着目し、TANSO-FTSのTIRバンドの高度層ごとのメタン濃度の変動を調べた。本研究で明らかにした高度層ごとのメタン濃度の変動はChandra et al. [2017]で示されたメタン濃度の変動と概ね同様の特徴を示していた。しかしながら、本研究のTANSO-FTSのTIRバンドのメタンデータの解析からは、下部対流圏のメタン濃度変動がカラム平均濃度（XCH_4）の季節変動に及ぼす影響が、Chandra et al. [2017]の結果と比べると、より大きいという結果になった。

本研究では、ACE-FTS （Atmospheric Chemistry Experiment-Fourier Transform Spectrometer）及びオゾンゾンデデータを用いて、TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素プロダクトと同時導出されたオゾンプロファイルの検証解析を行った。TANSO-FTSのTIRバンドのオゾンデータは夏期の下部対流圏に若干バイアスがあるものの、先験値データ[MacPeters et al., 2007]と比べるとACE-FTS及びオゾンゾンデデータと概ねよい一致を示していた。TANSO-FTSのTIRバンドの最下層のリトリーバル層（地上から857 hPa）のオゾン濃度には、中国大陸で濃度が高く日本の東側に行くにつれて濃度が低くなる特徴が見られ、TANSO-FTSのTIRバンドで対流圏大気汚染物質が検知できる可能性が示された。

キーワード：二酸化炭素、メタン、オゾン、GOSAT/TANSO-FTS
Keywords: CO2, CH4, ozone, GOSAT/TANSO-FTS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測
Continuous measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ at Minamitorishima Island

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5]
*Shohei Murayama[1], Kazuhiro Tsuboi[2], Shigeyuki Ishidoya[1], Hidekazu Matsueda[2], Yosuke Niwa[3], Yousuke Sawa[2], Kentaro Ishijima[2], Kentaro Kozumi[4], Genta Umezawa[4], Kazuya Yukita[4], Shigeharu Nishida[4], Megumi Yamamoto[4], Tetsuyuki Usami[1], Shinji Morimoto[5]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 気象研究所、3. 国立研究開発法人国立環境研究所、4. 気象庁、5. 東北大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2. Meteorological Research Institute, 3. National Institute for Environmental Studies, 4. Japan Meteorological Agency, 5. Tohoku University

The Minamitorishima (MNM; 24°17’ N, 153°59’ E) station is uniquely located to monitor background air at northern mid latitudes; the site is located on a remote coral island in the western North Pacific, about 1,950 km southeast of Tokyo. The Japan Meteorological Agency has been making long-term continuous observations of atmospheric concentrations of major greenhouse gases at MNM. For a better understanding of mechanisms governing the observed CO_2 variation, systematic measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ have been carried out at MNM by analyzing discrete flask air samples taken at the site since 2011. The existing measurement program was enhanced by initiating continuous measurements of CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ using a laser spectroscopy (Off-Axis Integrated-Cavity Output Spectroscopy) in March 2018.

Sample air is drawn from an air intake mounted on a tower at 20-m height above the ground surface, and introduced into a continuous isotope analyzer (Model CCIA-48, Los Gatos Research) after removing water vapor and aerosol particles. The analyzer is calibrated hourly for the concentrations of each CO_2 isotopologue, using 3 air-based CO_2 standard gases with isotopic ratios of industrial CO_2 and different total CO_2 concentrations. The isotopic ratios of these standards were determined by a mass spectrometer, and the concentrations of each CO_2 isotopologue of the standards were obtained from the isotopic ratios. The total CO_2 concentration and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ of sample air are calculated from the measured concentrations of each isotopologue.

The obtained CO_2 isotopic data are scattered, and the precisions of the $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ values measured by this analyzer estimated from hourly measurements of a target gas, which is dried natural air compressed into a 48-L gas cylinder, are about 10 times and 5 times worse than those achieved by our mass spectrometer, respectively. However, the daily mean values of atmospheric $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show day-to-day variations in concert with those of the total CO_2 concentration and prominent seasonal variations. The daily mean $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show systematic difference from the isotopic values obtained from flask sampling on the same day. However, since the differences are almost constant, the nature of the variations are very similar in both cases.

In this presentation, results of the preliminary analyses of the daily mean CO_2, $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ data obtained from the continuous measurement will be presented. From comparison with the flask sampling results, the effectiveness of the continuous measurement will also be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgements

We would like to thank A. Kudo and C. Abe for their technical support for our measurements. This research was supported by a grant for the Global Environmental Research Coordination System from the Ministry of the Environment, Japan.

キーワード：二酸化炭素、安定同位体比、南鳥島、連続観測
Keywords: Carbon dioxide, Stable isotopic ratio, Minamitorishima Island, Continuous measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動
Variations of atmospheric Radon-222 concentration observed at JMA stations

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3]
*Kentaro Ishijima[1], Kazuhiro Tsuboi[1], Hidekazu Matsueda[1], Yousuke Sawa[1], Yosuke Niwa[2,1], Takashi Maki[1], Takashi Nakamura[3]

1. 気象研究所、2. 国立環境研究所、3. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Japan Meteorological Agency

Japan Meteorological Agency (JMA) has been operating several stations to monitor atmospheric greenhouse gases since the late 1980s under the Global Atmosphere Watch programme of the World Meteorological Organization (WMO/GAW). They show synoptic, seasonal, interannual variations, and trends due to changes in atmospheric transport and source/sink strength. To know their transport from land regions, we started the monitoring of atmospheric Radon-222 (^{222}Rn) in the 2000s at the JMA stations. Because ^{222}Rn is emitted from almost only lands and chemically inert, it is useful to identify temporal variability of atmospheric greenhouse gases due to sources/sinks on land. ^{222}Rn also radioactively decays with the half-life of 3.8 days, so is widely utilized to validate regional transport of atmospheric transport model through the model-observation comparisons. Understanding such transport process is also supported by using an atmospheric transport model. We have just started to use a newly developed on-line atmospheric tracer transport model (GSAM-TM). The tracer transport process is driven by a low-resolution version (TL95) of JMA's operational global numerical weather prediction model (GSAM).
In this study, we analyze the observed and model simulated atmospheric ^{222}Rn concentration, to understand the transport process of land-origin atmospheric tracer as well as to validate the GSAM-TM. For example, the model well reproduces high ^{222}Rn peaks, which are frequently observed at Minamitorishima (MNM; 24.28˚N, 153.98˚E) and Chichijima (CCJ; 27.09˚N, 142.19˚E) in winter to spring. Especially in winter, there are many cases that a high peak is first observed at CCJ and one day after at MNM. They are mainly produced by a cold front moving eastward with dense ^{222}Rn behind the frontal line. The peak height at MNM is about two-thirds of that at CCJ. It is slightly smaller than that expected from decay by the 3.8 days half-life (about four-fifths), because dense ^{222}Rn trapped by the front is diluted mainly by diffusion while transported. The model also well reproduces such peak attenuation degree. More details and results of ^{222}Rn-age tracer simulations as well as of other JMA station will also be discussed in our presentation.

Acknowledgements. We sincerely thank all members of the JMA for operating ^{222}Rn measurement systems at JMA monitoring stations

キーワード：ラドン、GSAM-TM
Keywords: radon, GSAM-TM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Long-term variations of CFCs and HCFCs observed with ground-based FTIR spectrometers at Rikubetsu, Syowa Station, and Tsukuba since 1995

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4]
*Hideaki Nakajima[1,2], Masanori Takeda[2,1], Isao Murata[2], Takafumi Sugita[1], Tomoo Nagahama[3], Isamu Morino[1], Takeshi Kinase[4]

1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. 東北大学大学院環境科学研究科、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 気象研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Meteorological Research Institute

北海道陸別（43.5N, 143.8E）において1995年より、南極昭和基地(69.0S, 39.6E)において、2007, 2011, 2016年の3年間、つくば（36.1N, 140.1E）において2018年6月より、それぞれBruker社製IFS-120M及びIFS-125HR型FTIRによる太陽赤外線を光源に用いた大気微量成分の観測を行っている。本研究では、これらのFTIRで得られた赤外分光スペクトルから、各種フロン類・代替フロン類の長期変動を解析した結果について報告する。

今回特に注目したのは、フロン類のCFC-11, CFC-12、及び代替フロンのHCFC-22である。オゾン層を破壊するフロン類及び代替フロンのうちのHCFCsは1987年のモントリオール議定書で生産と消費が規制され、徐々にHCFCやHFC、さらに自然冷媒への転換が進んできている。ところが、2018年に、アジアにおける2011年以降のCFC-11の違法な生産を示唆する論文が発表された（Montzka et al., Nature, 2018）。これら、CFCs, HCFCsは地上におけるガスクロマトグラフ・質量分析計による測定のほかに、赤外分光観測によって大気中の濃度の測定が可能である。我々は、1995年からの日本におけるFTIRの観測データから、CFC-11, CFC-12, HCFC-22の高度分布と気柱全量の長期変動の様子を、SFIT4という解析ツールを用いて解析した。Figure 1にHCFC-22の上空気柱全量の値の長期変動の様子を、Figure 2に地表から8 kmまでの積算値の変動の様子を示す。気柱全量に見られる夏のピークは、対流圏界面高度の変動の結果と思われ、0～8 kmの積算値ではその変動がなくなっている様子を見てとることが出来る。このような、高度分布に関する情報を地上から得ることが出来るのは、FTIR観測の特徴の一つである。発表では、CFC-11やCFC-12の解析例や粒跡線解析の結果についても発表する。

キーワード：フロン、代替フロン、FTIR
Keywords: CFC, HCFC, FTIR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Figure 1

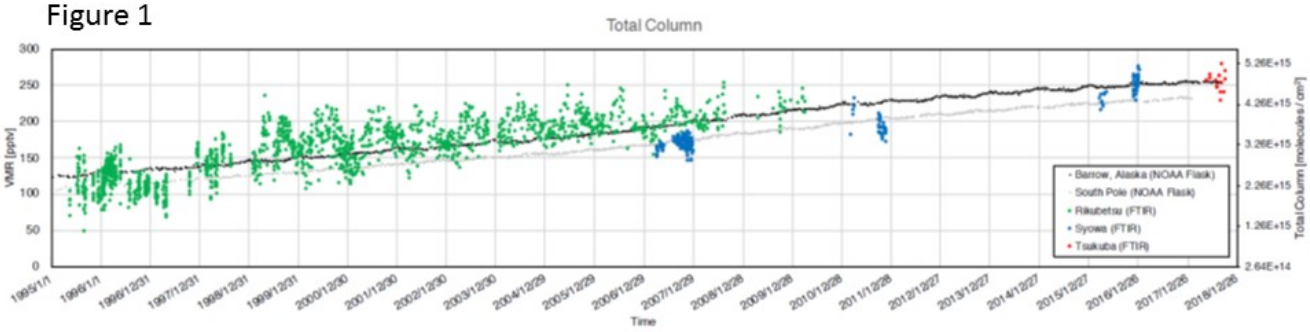
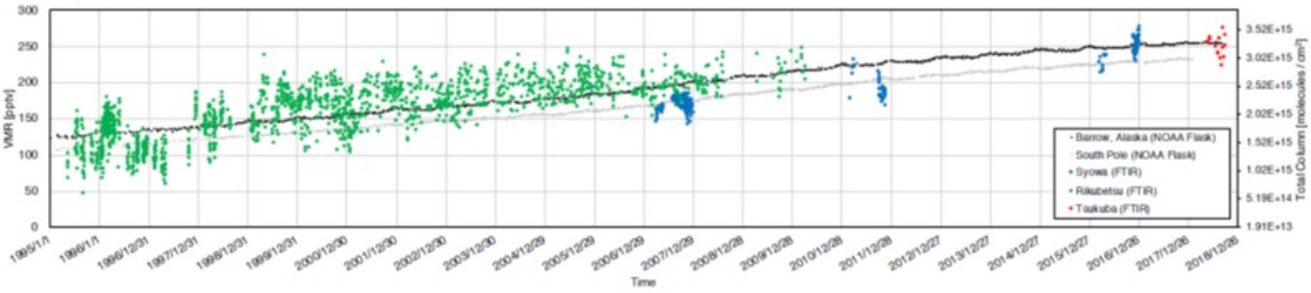


Figure 2



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Millimeter-wave observation of stratospheric ozone in 2015-2017 in Rio Gallegos at the southern tip of South America

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3]
*Akira Mizuno[1], Hironori Seki[1], Tomoo Nagahama[1], Hirofumi Ohyama[2], Jacobo Salvador[3], Facundo Orte[3], Elian Walfram[3]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所、3. レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Laser and Applications Research Center, UNIDEF (CITEDEF-CONICET)

我々は2013年から５年間、JSTーJICA　SATREPS(地球規模課題対応国際科学技術協力)プログラムの下でチリ・アルゼンチンとの国際共同プロジェクト　SAVER-Netプロジェクトを進めてきた。このプロジェクトでは、先端的観測施設の空白域である南米地域での地上大気観測網、特にオゾン・紫外線およびエアロゾルの観測網をアルゼンチンおよびチリとの国際協力の下で整備した。南米南端部はオゾンホールがしばしば到来し、地域住民への健康影響が懸念されており、プロジェクト終了後もオゾンホール／紫外線量予測のための共同研究を進めている。

今回は南米大陸南端部に位置するアルゼンチン・リオガジェゴスの南部パタゴニア大気観測所(OAPA)に設置した名古屋大学のミリ波分光計によるオゾン観測の解析結果について報告する。解析期間は2015年4月から2016年3月と2016年9月から2017年8月の期間で、悪天候や装置トラブルを除いて約9400の１時間平均オゾン高度プロファイルを得た。オゾンホールが到来する9月および10月についてMERRA-2気象場再解析データから導出した温位、渦位、気温等と高度毎のオゾン混合比を比較した。

その結果、

・温位1000K(高度～35 km)以下では、渦位の絶対値とオゾン混合比の相関が高い。

・オゾンホールの到来に伴い、高度~25kmでは極渦空気塊の移流に伴い気温の減少、高度～35km以上では極渦の下降流に伴う気温上昇がみられる。

等の特徴が明らかになり、渦位の絶対値と気温で簡便にオゾンホール内に入ったかどうかの識別が可能であることを明らかにした。

発表では、史上３番目の面積を記録した2015年と2016年のオゾンホールをリオガジェゴスという定点から観測した場合の特徴について詳しく議論する。

キーワード：オゾンホール、ミリ波分光、南米、極渦
Keywords: ozone hole, millimeter-wave spectroscopy, South America, polar vortex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-AS04] 大気化学

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

対流圏及び成層圏の化学・力学(輸送、物質循環)過程、大気圏と他圏（例えば生物圏）との相互作用に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、数値モデル・観測・リモートセンシング・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究の全てを対象とする。日本大気化学会を中心として開催するが、他の学協会会員による大気化学関連の発表や、分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。なお、スライドおよびポスターの作成言語は英語が望ましい。

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

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

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

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

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7] (1.Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4.Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5.School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6.Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7.Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China)

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

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

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証
Validation of GOSAT cloud judgement by using Himawari-8 data

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2]
*Kitamura Katsuki[1], Naoko Saitoh[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering Division of Earth Environmental Science , 2. Center for Environmental Remote Sensing Chiba University

GOSAT（Greenhouse Gases Observing SATellite）搭載のTANSO（Thermal and Near−infrared Sensor for Carbon Observation）−FTS（Fourier Transform Spectrometer）の観測スペクトルから温室効果ガス濃度を導出する際、昼間はTANSO−CAI（Cloud and Aerosol Imager）、夜間はTANSO−FTSの熱赤外バンド（TIRバンド）を用いて、FTS観測視野内の雲判定を行っている。本研究では、静止気象衛星ひまわり8号搭載のAHI（Advanced Himawari Imager）のデ−タを用いて、TANSO−FTSの観測視野内の雲判定の検証を行った。

まず、2016年1月と7月の海上のTANSO−FTSの観測について、TANSO−FTSとの観測時刻差が1分以内であり、かつTANSO−FTSの観測視野内にその観測グリッドの中心が存在しているすべてのひまわり8号の観測グリッドを抽出した。次に、各グリッドについて、ひまわり8号/AHIの反射率と輝度温度に基づいて雲判定を実施し、各雲判定結果を統合してTANSO−FTSの観測視野におけるひまわり8号の雲判定結果とした。

昼間のTANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率は高い割合（約9割）を示した。約1割のTANSO−FTSの観測地点において、両者の雲判定が一致しなかった主な原因は、TANSO−CAIでは可視域の反射率のみを利用して雲判定を行っていることに対して、ひまわり8号では可視域の反射率と赤外域の輝度温度の両方を利用して雲判定を行っているためであると考えられる。一方、TANSO−FTSのTIRバンドとひまわり8号による雲判定の一致率は、TANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率より約13−20%低くなった。この一致率が悪くなる原因として、TANSO−FTSの観測視野（10.5 km）がTANSO−CAI及びひまわり8号の観測視野（0.5 km及び2 km）より広いこと、またTANSO−FTSのTIRバンドの雲判定は赤外域の輝度温度のみを用いて雲判定を行っていることが挙げられる。

さらに、GOSATによる雲判定（TANSO−CAI及びTANSO−FTSのTIRバンド）とひまわり8号による雲判定が一致しないケースについての詳細を調べた。まず、GOSATが晴れと判定しひまわり8号か曇りと判定したケースの方が大幅に多いことから、本研究のひまわり8号による雲判定が晴れに対して厳しい判定をするアルゴリズムになっていることが結果に影響していると考えられる。また、TANSO−FTSのTIRバンドが晴れと判定しひまわり8号が曇りと判定している観測地点では、TANSO−FTSの観測視野で部分的に輝度温度が低くなっているケースが複数見られたことから、TANSO−FTSの観測視野がひまわり8号の観測視野より広いため、TANSO−FTSの観測視野内の部分的な雲をTIRバンドによる雲判定では見逃している可能性があることが示唆される。

キーワード：GOSAT、ひまわり8号、雲判定、検証
Keywords: GOSAT, Himawari-8, cloud judgement, validation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定
Measurement of temperature that fungal spores form ice nuclei

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5]
*Kazuyuki Kita[1], Kansei Sasaki[1], Koutaro Minami[1], Takeshi Kinase[2], Kouji Adachi[2], Yuji Zaizen[2], Kentaro Hosaka[3], Teruya Maki[4], Yasuhito Igarashi[1,5]

1. 茨城大学、2. 気象研究所、3. 国立科学博物館、4. 金沢大学、5. 京都大学
1. Ibaraki University, 2. Meteorological Research Laboratory, 3. National Musium of Nature and Science, 4. Kanazawa University, 5. Kyoto University

エアロゾルは上空で雲粒形成の際の凝結核・氷晶核として働く。近年、バイオエアロゾルの中に、-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となるものが発見され、比較的高温（低い高度）での氷晶雲・降水の発生を説明できるのではないかということで、注目されている。一般的なエアロゾルについて氷晶核能を測定した研究は数多く存在するが、多くの種類のキノコ胞子について氷晶核能を測定した研究はほとんどなく、どのような種類のキノコ胞子が比較的高温で氷晶核化するかなどまだ理解できていない。本研究では、日本の森林で発生する様々な種類のキノコ胞子について、氷晶核能の測定を行い、生物学的な分類との関係を調べた。また、氷晶の発生形態についても分類し、氷晶発生温度やプロセスに関する知見が得られないか調べた。

本研究では、主に筑波実験植物園内各種の林内で5月～10月に毎月実施されたキノコ調査で採取したキノコから胞子を捕集し、クールステージを取り付けた光学顕微鏡を用いて氷晶核化温度の測定と氷晶の発生形態の観察を行う実験を行った。また、福島県浪江町の森林で採取したキノコについても同様の実験を行った。

その結果、キノコ胞子の氷晶核化温度は種によって大きく異なり、数種類のキノコ胞子で代表させることはできないことが分かった。氷晶核化温度と生物学的分類との関係についてみると、ハラタケ目には氷晶核化温度は-15℃程度と-30℃程度の2つのグループが存在した。ベニタケ目は大きなばらつきが存在するが-20～-30℃程度、イグチ目は-30℃程度、タマチョレイタケ目は-22℃で氷晶核となった。また、氷晶の発生形態により「A：胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長するもの」、「B：突然胞子全体から氷が成長するもの」、「C：胞子の一部から氷が成長するもの」、「D：胞子の周りに氷が発生するもの」の4種類に分類した。例外は存在するが、Aに分類できた胞子の多くは-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となった。他の発生形態については氷晶核化温度との関係は明確ではない。

本研究により、様々な種のキノコ胞子の氷晶核化温度が測定され、-15℃程度の比較的高温で氷晶核化できるものがあることが分かった。比較的高温で氷晶となるキノコ胞子は、ハラタケ目に分類されるものが多く、「胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長する」形態をとることわかり、どういう（成分、構造など）胞子が、高温で氷晶核化するか理解するヒントになると思われる。キノコ胞子が本当に雲生成に寄与しているかを明らかにするためには、さらにキノコ胞子の上空への輸送効率や上空の環境条件で氷晶核化するかどうかを明らかにする必要がある。

キーワード：バイオエアロゾル、キノコ胞子、氷晶核
Keywords: bioaerosol, fungal spore, ice nuclei

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1]
*Fumikazu Taketani[1], Saki Kato[1,2], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Hisahiro Takashima[1,2], Petr Mordovskoi[1], Yugo Kanaya[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 福岡大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Fukuoka University

Atmospheric aerosol particles play an important role in Arctic climate through the absorbing and scattering of solar radiation. Also, the deposition of light-absorbing particles on the surface reduces the Earth’s albedo and accelerates snow/ice melting by absorbing the sunlight. However, the observational information has been still insufficient to assess their contribution over the Arctic region. In this study, we conducted the ship-based measurements of marine aerosol particles (black carbon (BC), and fluorescent property) and trace gases (ozone and carbon monoxide) using R/V Mirai during a cruise across the Arctic Ocean and Bering Sea (23 August –4 October 2017). The measured BC mass concentration over the Arctic Ocean in the latitudinal region > 70˚N was an overall mean value of 3.5 ±2.0 ng/m^3. This value was almost same to the levels recorded during our previous observations in the Arctic cruise on September during 2014 -2016. We captured relatively high BC mass concentration and/or CO mixing ratio events at 4 and 7-12 September 2017. The trajectory and BC property suggested that the source of BC on 4 September could be oil field at north of Alaska. We will present further analysis on the size distribution, BC mixing state, during the cruise in the presentation.

キーワード：ブラックカーボン、北極海、船上観測
Keywords: Black Carbon, Arctic Ocean, Ship-based Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1]
*Takuma Miyakawa[1], Yuichi Komazaki[1], Fumikazu Taketani[1], Xiaole PAN[2], Zifa Wang[2], Yugo Kanaya[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 中国科学院大気物理研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Institute for Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science

The sources of elemental (EC) and organic carbon (OC) aerosols in the spring of 2015 in Asian outflow were investigated in terms of the radiocarbon (^{14}C) for carbonaceous aerosols and organic molecular marker analyses. The contribution of fossil fuel (FF) sources to total carbonaceous aerosols (TC) significantly increased in polluted air masses with enhancements of carbon monoxide concentrations. For EC, FF sources dominated in the polluted air masses. For OC, the contributions of non-FF and non-biomass burning (BB) sources were found to be significant (comparable to or higher than those of FF sources), especially in the air masses with higher values of both the ratio of water-soluble fraction of OC (f_{WSOC}) and ^{14}C concentrations ($F^{14}C$). Positive correlation between f_{WSOC} and $F^{14}C$ indicates that the origins of TC (mainly OC) have great effects on the variabilities in the water solubility and the following climatic impacts (i.e., cloud formation process) of OC in the regional scale within the time scale of a week. Multivariate analyses using metallic and ionic tracers revealed the insights into the characteristics of classified carbonaceous aerosols in Asian outflow.

キーワード：炭素性エアロゾル、放射性炭素同位体分析、発生源解析
Keywords: Carbonaceous aerosols, Radiocarbon analysis, Source attribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016

*Shuai Yin[1]

1. National Institute for Environmental Studies

In this study, various remote sensing data, modeling data and emission inventories were integrated to analyze the tempo-spatial distribution of biomass burning in mainland Southeast Asia and its effects on the local ambient air quality from 2001 to 2016. With such a long time span, land cover changes have been considered in dividing the biomass burning into four types: forest fires, shrubland fires, crop residue burning and other fires. The results show that the monthly average number of fire spots peaked at 34,512 in March and that the monthly variation followed a strong seasonal pattern, which was closely related to precipitation and farming activities. The four kinds of biomass burning fires presented totally different tempo-spatial distributions and forest fires and shrubland fires are more dominant than other types. Moreover, the monthly Aerosol Optical Depth (AOD), particulate matter with a diameter less than 2.5 μm ($PM_{2.5}$) and carbon monoxide (CO) concentrations also peaked in March with values of 0.62, 73.97 $\mu g/m^3$ and 426 ppb, respectively. There are significant correlations between the monthly AOD, $PM_{2.5}$, and CO concentrations and the number of fire spots. On an annual scale, we also found certain correlations between the AOD and $PM_{2.5}$ concentrations and the number of fire spots. With respect to the spatial distribution, the AOD, $PM_{2.5}$ and CO concentrations are always higher in intense biomass burning regions. Southeast Asia is one of the most populated and fastest growing economic regions in the world. Therefore, in order to objectively and accurately analyze the influence of biomass burning on local air quality over a long time span, it is imperative for this study to consider the effects of anthropogenic activities. Two anthropogenic CO_2 emission inventories, the Emission Database for Global Atmosphere Research (EDGAR) and the Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), were used. The results further prove that biomass burning is the dominant cause of the variation in the local air quality in mainland Southeast Asia. Although government authorities have taken measures to control biomass burning, the number of fire spots did not decrease; the numbers exceeded 100,000 each year from 2012 to 2016.

Keywords: AOD, Anthropogenic emission, Biomass burning, Carbon monoxide, PM2.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

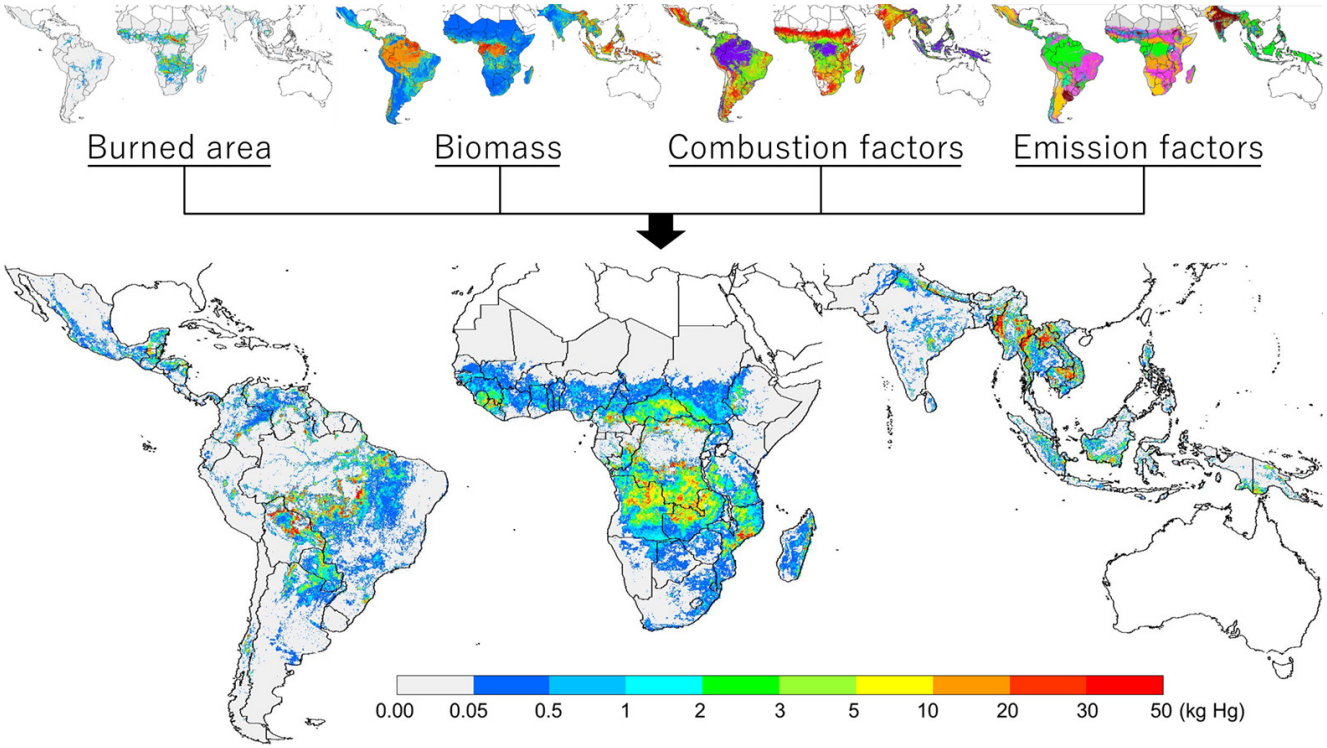
*Yusheng Shi[1]

1. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences

Mercury emissions from biomass burning contribute significantly to the atmospheric mercury budget and the interannual variations of mercury concentrations in the troposphere. This study developed a high-resolution (0.1 deg) and multi-year (2001-2017) monthly inventory of mercury emissions from biomass burning in five fire types in the tropical continents (Central and South America, Africa, and South and Southeast Asia). The inventory estimates of mercury emissions from biomass burning are based on the newly released MCD61A1 version 6 Burned Area data product, satellite and observational data of biomass density, and spatial and temporal variable combustion factors. Results from the inventory demonstrated that during 2001-2017, the average annual mercury emissions from biomass burning in tropical continents was 497 Mg and ranged from 289 Mg to 681 Mg. Forest fires were the largest contributor, accounting for 61% (300 Mg) of the total mercury emissions from biomass burning, followed by fires in shrubland (30%, 151 Mg), savanna (7%, 35 Mg), peatland (1%, 6 Mg), and cropland (1%, 5 Mg). However, these proportions varied between the continents; in the Americas and Asia, the largest biomass burning emissions came from forest fires, and in Africa the largest emissions were from shrubland fires. Between the three continents, Africa released 41% of the mercury emissions from biomass burning (202 Mg $year^{-1}$), Asia released 31% (154 Mg $year^{-1}$), and the Americas released 28% (141 Mg $year^{-1}$). The total mercury emissions from biomass burning in these tropical continents exhibited strong interannual variations from 2001 to 2017, with peak emissions in March and Agust to September, and forest fires were the primary land fire type controlling the interannual variations. Soil mercury emissions released during biomass burning was determined to be 495 Mg $year^{-1}$ during 2001-2017. The biomass burning mercury emissions data in this inventory agrees with results by other studies, which suggests that it could be used as an input for atmospheric transport models.

Keywords: biomass burning, mercury emissions, forest fires, tropical continents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3]
*Hitoshi Irie[1], Syedul Hoque[1], Alessandro Damiani[1], Al Mashroor Fatmi[1], Pradeep Khatri[2], Tamio Takamura[1], Thanawat Jarupongsakul[3]

1. 千葉大学、2. 東北大学、3. チュラロンコン大学
1. Chiba University, 2. Tohoku University, 3. Chulalongkorn University

The first intensive multi-component ground-based remote sensing observations by sky radiometer and Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) were performed simultaneously at the SKYNET/Phimai site located in central Thailand (15.18°N, 102.56°E) from January to April 2016. The period corresponds to the dry season associated with the intense biomass burning (BB) activity around the site. The near-surface concentration of formaldehyde (HCHO) retrieved from MAX-DOAS was found to be a useful tracer for absorption aerosols from BB plumes, when BB was the dominant sources of HCHO and absorption aerosols over other sources. As the HCHO concentration tripled from 3 to 9 ppbv, the ratio of gaseous glyoxal to HCHO concentrations in daytime decreased from ~0.04 to ~0.03, responding presumably to the increased contribution of volatile organic compound emissions from BB. In addition, clear increases in aerosol absorption optical depths (AAODs) retrieved from sky radiometer observations were seen with the HCHO enhancement. At a HCHO of 9 ppbv, AAOD at a wavelength of 340 nm reached as high as ~0.15±0.03. The wavelength dependence of AAODs at 340-870 nm was quantified by the absorption Ångström exponent (AAE), providing evidence for the presence of brown carbon aerosols at an AAE of 1.5±0.2. Thus, our multi-component observations around central Thailand are expected to provide unique constraints for understanding physical/chemical/optical properties of BB plumes.

キーワード：バイオマスバーニング、ホルムアルデヒド、グリオキサール、エアロゾル、スカイラジオメータ、MAX-DOAS
Keywords: Biomass burning, HCHO, CHOCHO, aerosol, sky radiometer, MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*Ming-Tung Chuang[1]

1. Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica

From autumn to the following spring, annually, the northeast monsoon transports PM2.5 (particles less than
2.5 μm in aerodynamic diameter) from the Asian continent to downstream areas. Naturally, this triggered a
question: What are the contributions of PM2.5 from long-range transport (LRT) and local pollution (LP) at any
downstream location? To answer that question, the present study developed an economical and efficient method
that can easily estimate the contribution of PM2.5 from LRT (LRT-PM2.5) and PM2.5 from LP (LP-PM2.5). The
method used PM2.5 and meteorological observation data in Taiwan from 2006 to 2015 and a short-term simulation
from January to May in 2010. The analysis classified the data into three types of PM2.5 source patterns:
LRT-Event (high concentration plume at the front edge of southward moving anticyclones/strong northeast
wind), LRT-Ordinary (less concentration in common strong northeast wind), and LRT/LP Mix or Pure LP (PM2.5
was from both LRT and LP or from only LP under weak northeast wind). During the ten-year period, the average
LRT-PM2.5 values at the northern tip of Taiwan were 31–39 μgm−3, 12–16 μgm−3, and 4–13 μgm−3 for the
LRT-Event, LRT-Ordinary, and LRT/LP Mix or Pure LP patterns, respectively. The 10-year average LRT-PM2.5
and LP-PM2.5 contributions were approximately 70:30 in northern Taiwan, 50:50 in central Taiwan, and 30:70 in
southern Taiwan for the LRT-Event pattern; 60:40 in northern and 40:60 in central and southern Taiwan for the
LRT-Ordinary pattern; and 30:70 in northern and 25:75 in central and southern Taiwan for the LRT/LP Mix or
Pure LP pattern. Interestingly, LRT-PM2.5 peaked in 2013 but has decreased annually since then, whereas LPPM2.5
has roughly decreased in the past ten years.

Keywords: PM2.5, long-range transport, local pollution, CMAQ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測
Vertical characterization of $PM_{2.5}$ based on observation using compact sensors on and around Mt. Unzen in Nagasaki Prefecture

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]
*Tomoki Nakayama[1], Ayane Ueno[1], Kenta Kanegae[1], Kazuaki Kawamoto[1], Kodo Umakoshi[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2]

1. 長崎大学　環境科学部、2. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所
1. Faculty of Environmental Science, Nagasaki University, 2. ISEE, Nagoya University

$PM_{2.5}$等のエアロゾル粒子は、太陽光を光吸収もしくは光散乱したり、雲凝結核として雲粒生成に関与したりすることで、放射収支を変化させ、直接もしくは間接的に気候変動に影響を及ぼしている。また、人間の体内に取り込まれると、呼吸器および循環器の疾患を引き起こすなど、その健康影響が懸念されている。日本において$PM_{2.5}$の起源として、国内の排出源の影響に加えて、アジア大陸からの越境輸送の寄与が考えられる。特に、長崎県などの九州西北部においては、冬季から春季に高濃度の$PM_{2.5}$を含む越境輸送気塊が頻繁に到達することが知られている。$PM_{2.5}$の重量濃度の測定は、環境省の常時監視局（そらまめ君）などで行われているが、人口の少ない山岳部での観測点は極めて限られている。また、大型で高価なベータ線吸収法を用いた装置を、多点観測に用いるのは難しい。我々は、最近、パナソニック株式会社と共同で個々の粒子の光散乱強度を計測することで$PM_{2.5}$の重量濃度が計測可能な小型$PM_{2.5}$センサを開発した[Nakayama et al. 2018]。

本研究では、長崎県の雲仙岳周辺で本センサを用いた$PM_{2.5}$重量濃度の観測を実施して、高度方向および東西方向の広がりおよび、その時間変動について解析した。2018年12月以降、標高20 mから1300 mの6地点に小型$PM_{2.5}$センサを設置し、1分程度の時間分解能で測定している。これまでの観測により、冬季に35 $\mu g/m^3$以上の高濃度$PM_{2.5}$が観測された際には、地上付近と高度1 km以上で概ね同程度の$PM_{2.5}$の重量濃度となる場合が多い一方、上空から清浄な気塊が流入したり、安定な境界層内に粒子が滞留したりすることで、地上付近でのみ高濃度$PM_{2.5}$が観測された事例も見られた。今後、雲仙岳から北西38 kmに設置されている国立環境研究所のライダー観測データとの比較を進める予定である。

謝辞
本観測は、雲仙市、島原市、南島原市、雲仙ロープウェイ株式会社、およびパナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施している。

文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：PM2.5、越境汚染、小型センサー、山岳
Keywords: PM2.5, Transboundary Air Pollution , Compact sensor, Mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5]
*Hiroki Igarashi[1], Takenori Sato[1], Tatsuhiro Mori[1], Kazuhiko Miura[1], Yoko Iwamoto[2], Ryuichi Wada[3], Shungo Kato[4], Hiroshi Okochi[5]

1. 東京理科大学、2. 広島大学、3. 帝京科学大学、4. 首都大学東京、5. 早稲田大学
1. Tokyo University of Science, 2. Hiroshima University, 3. Teikyo University of Science, 4. Tokyo Metropolitan University, 5. Waseda University

An improved understanding of a new particle formation (NPF), which is a key process controlling the spatial and temporal distributions of aerosol concentration, is needed to estimate the direct radiative forcing. However, it is difficult to quantitatively understand the mechanism of NPF because the frequency of the NPF depends on the aerosol concentration, gases, and meteorological condition. In this study, we measured number concentrations (*N*) of aerosol particles (10 to 487 nm) at the summit of Mt. Fuji (35.360˚N, 138.727˚E, 3776 m a.s.l.) between July and August during 2011-2017. We report the annual and diurnal variations of the frequency of the NPF for a long-term period. The summit of Mt. Fuji is usually located in the free troposphere and enable us to observe the long-range transport of aerosol particles. The NPF event was defined as the event that *N* increases over 1 hour for diameter smaller than 25 nm. We observed 172 NPF events (daytime and nighttime events were 90 times and 82 times, respectively) during the observation period. Most events occurred at 8 o'clock (at the peak of daytime events) and 20 to 21 o'clock (at peaks of nighttime events) in local time. In addition, the growth rate of aerosol particles was calculated. The median value of the growth rate was estimated to be 5.27 nm/h (6.03 nm/h for daytime and 4.56 nm/h for nighttime) at 40 NPF events, suggesting that aerosol particles are easily grown during daytime. Finally, using a back trajectory analysis (NOAA HYSPLIT version 4), we investigated when and where the NPF occurred. As a result, it is suggested that 62.5% of the total NPF occurred during the daytime, and the rest occurred during the nighttime (37.5%). The NPF frequently occurred during daytime over Japan although a few NPF occurred over the sea during nighttime.

キーワード：新粒子生成、富士山、夜間NPFイベント、粒径分布
Keywords: New particle formation, Mt. Fuji, Nighttime NPF event, Particle size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析
Measurement of atmospheric metal particles using an ICP-MS and TEM.

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2]
*Takeshi Kinase[1], Kouji Adachi[1], Mizuo Kajino[1], Masahiko Hayashi[2], Keiichiro Hara[2]

1. 気象研究所、2. 福岡大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka

大気中には金属成分を主体としたエアロゾル（以下、金属粒子）が多く存在する。これら金属粒子の中には特に強い酸化能を示すものが存在し、人体内部に沈着し、健康影響を及ぼすことが分かってきている。それらは細胞表面または細胞中にて活性酸素やラジカルを形成し、酸化ストレスを与え、細胞死やDNAの損傷を引き起こす。しかし、それぞれの金属粒子がどの程度の酸化能を有し、どの程度人体に影響を及ぼすかはまだあまりよくわかっていない。また、酸化鉄などの有色金属粒子は太陽放射を吸収し、温暖化に寄与することが示唆されている。しかしその各地点における存在量や詳細な性状については明らかにされていない。

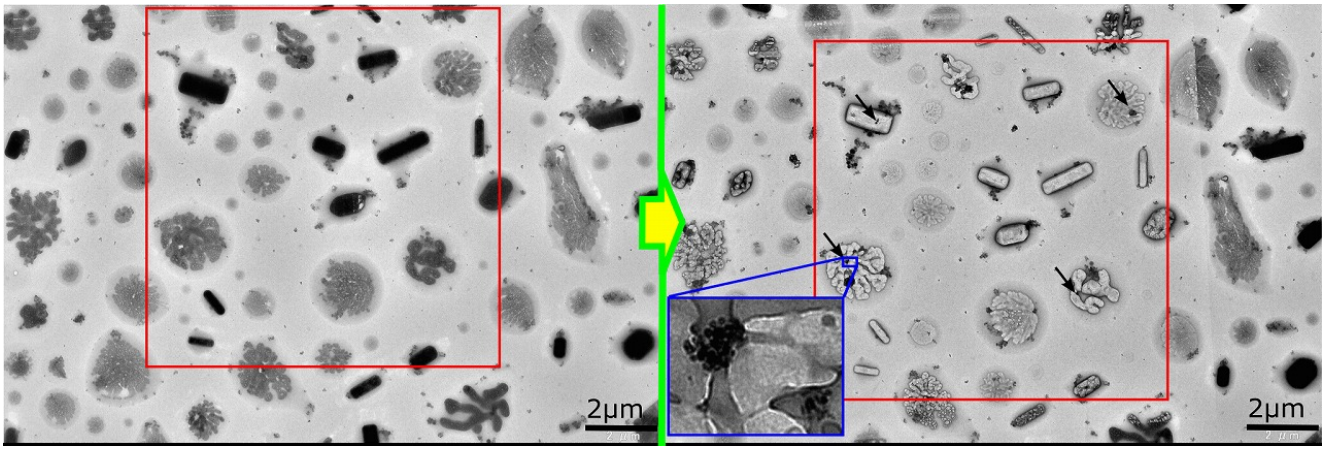
本研究では、誘導結合プラズマ質量分析計（以下ICP-MS）により大気中の金属濃度を連続測定し、同時にインパクターでグリッド上に採取したエアロゾルサンプルの透過型電子顕微鏡(TEM)、走査型透過電子顕微鏡(STEM)、エネルギー分散型X線分光法(EDS)による観察を実施した。使用したICP-MSにはガス交換機を接続しており、エアロゾルがアルゴンガス雰囲気下に置換することで、エアロゾルを直接ICP-MSに導入し、リアルタイムでの測定が可能となっている。これにより大気中金属粒子濃度の時系列変動を定量的に把握し、期間中の各種金属の増減イベントごとに観察される金属粒子の形態・組成をTEMおよびEDS-STEM分析により明らかにする。また、大気中を浮遊する金属粒子の特徴や、その混合状態についても知見を得ることを目的としている。

本観測は冬季（2018/1/17～2/8）と春季（2018/5/8～5/30）の二期間に福岡大学にて集中観測として実施した。観測の結果、両期間ともICP-MSにより複数回のイベントをとらえることができた。最も質量濃度が高い成分はFeやAlで、次いでZn、Mn、Cr、Pbが多く存在しており、増減の挙動も比較的一致していた。またMn、V、AlとFeの相関を取ると、二つの傾きが存在することが分かった。Feと挙動が一致しない成分としてはAg、Au、Mo、Tcなどがあった。ICP-MSで金属の高濃度イベントを検出した時間帯のサンプルについてTEMで観察すると、金属主体の微小な球形粒子(小さいものでは数nm)の凝集体を見つけることができた。その主たる粒子はFe、Mn、Crなどを含む粒子で、ほとんどの粒子は硫酸塩と内部混合していた。また、一つの粒子の中に複数個の細かい金属粒子が散乱して内部混合しているケースも見られた。ZnやPbを主に含む金属粒子も硫酸塩に内部混合しているが、粒子ではなく溶存体として存在するか、あるいは電子線により分解する結晶状態として観察された。

主要な金属成分以外にも、Ag、Sb、Cuなどを多く含む金属粒子も確認することができた。本研究で得られたデータは、大気中の金属粒子の挙動を理解するうえで有用となる。

キーワード：酸化能、金属粒子、ICP-MS、透過型電子顕微鏡、形態観察
Keywords: Oxidation potential, Metal particle, ICP-MS, TEM, Feature observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果
Experimental results on measuring device of complex refractive index using the single particle extinction and scattering method

*高砂 裕也[1]
*TAKASAGO YUYA[1]

1. 東京大学大学院　理学系研究科
1. Tokyo university

大気エアロゾルの種類、量の変化はアルベドを変化させ、放射収支や気候変動をもたらす。しかし現在のところその変動幅の予測精度は高くない。大気エアロゾルの種類を推定することのできる物理量として複素屈折率がある。既存の手法ではバルクごとの複素屈折率を測定する手法が主流であり、単一粒子ごとに測定する事案は少ない。粒子種ごとに複素屈折率の厳密な測定データが得られることにより粒子種別の気候変動幅の予測精度を向上させることが可能なため、複素屈折率の単一粒子ごとの測定は重要である。本研究では複素屈折率を測定する手法として単一粒子光消散法を用いた実験を行った。単一粒子光消散法とは、微粒子にレーザーを投射することにより発生する前方散乱光強度と、散乱光と入射光との干渉を測定し、それらから粒子の複素屈折率の値を推定する手法である。この手法を用いた実験装置を開発し、ポリスチレン、BC標準粒子と降水試料（沖縄、八方、福井）での実験を行った。現在は、実験から得られた前方散乱強度と入射光と散乱光の干渉データから粒子種と複素屈折率などの粒子特性を推定する逆問題を解く手法を思案中であり、機械学習のクラスタリングの手法を用いて複数種類の粒子が混ざった試料から粒子種別に分類する方法を開発中である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7]
*Yongjoo Choi[1], Yugo Kanaya[1], Hye-Jung Shin[2], Seung-Myong Park[2], Atsushi Matsuki[3], Yasuhiro Sadanaga[4], Sang-woo Kim[5], Itsushi Uno[6], Xiaole Pan[7]

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

Compared to carbon dioxide (CO_2), which is a major long-lived greenhouse gas, the influence of black carbon (BC) to global warming is not negligible among the short-lived components. To improve the bottom-up emission inventory for enhancing the understanding level of BC, the measured ΔBC/ΔCO ratios were compared with those from the Regional Emission inventory in Asia (REAS) version 2.1 bottom-up inventory. The measurements were conducted at two sites in Korea (Baengnyeong; 124.63˚ E, 37.97˚ N, and Gosan; 126.17˚ E, 33.28˚ N) and two sites in Japan (Noto; 137.36˚ E, 37.45˚ N, and Fukuoka; 130.47˚ E, 33.52˚ N). The instruments for measuring CO concentration are same at all sites as Model 48i (Thermo Fisher Scientific), however, the instruments for BC were different depends on the sites (sunset EC/OC analyzer in Baengnyeong, Continuous Light Absorption Photometer in Gosan, Multi-Angle Absorption Photometer in Noto and Fukuoka). Based on the backward trajectories during past 120 hours calculated from HYSPLIT model, all trajectories were assigned to six study domains which divided by country and/or administrative district (East China, North China, Northeast China, South Korea, North Korea, and Japan). To exclude the wet-removal effect, the ΔBC/ΔCO ratio was considered only when the accumulated precipitation along a backward trajectory (APT) for three days is equal to zero. Also, we confirmed that the comparison of ΔBC/ΔCO by six study domains could be reasonable since there were no significant differences in ΔBC/ΔCO ratio depending on traveling time (dry deposition effects) and residence time over the emission source areas. Compared to measured ΔBC/ΔCO ratio (6.6 –8.4 ng/m^3·ppb), ΔBC/ΔCO from REAS emission inventory (8.0 ng/m^3·ppb for East China –23.2 ng/m^3·ppb for South Korea) were overestimated by factor 1.2 for East China to 2.9 for South Korea whereas those for North Korea (3.7 ng/m^3·ppb from REAS) was underestimated by factor 2.0. The measured ΔBC/ΔCO ratios in Japan (6.8 ng/m^3·ppb) were similar to those from REAS emission inventory (6.5 ng/m^3·ppb). The seasonal and spatial differences of ΔBC/ΔCO ratios between measured and emission inventory will be examined to identify the over- and under-estimated administrative districts.

キーワード：Black Carbon、Carbon monoxide、REAS emission inventory、ΔBC/ΔCO ratios
Keywords: Black Carbon, Carbon monoxide, REAS emission inventory, ΔBC/ΔCO ratios

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation

*Ping Wang[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Emissions inventories of black carbon (BC), which are traditionally constructed using a “bottom-up” approach based on activity data and emissions factors, are considered to contain a large level of uncertainty. In this paper, an ensemble optimal interpolation (EnOI) data assimilation technique is used to investigate the possibility of optimally recovering the spatially resolved emissions bias of BC. An inverse modeling system for emissions is established for an atmospheric chemistry aerosol model and two key problems related to ensemble data assimilation in the top-down emissions estimation are discussed: 1) how to obtain reasonable ensembles of prior emissions; and 2) establishing a scheme to localize the background-error matrix. An experiment involving one year long simulation cycle with EnOI inversion of BC emissions is performed for 2008. The bias of the BC emissions intensity in China at each grid point is corrected by this inverse system. The inversed emission over China in January is 240.1 Gg, and annual emission is about 2539.3 Gg, which is about 1.8 times of bottom-up emission inventory. The results show that, even though only monthly mean BC measurements are employed to inverse the emissions, the accuracy of the daily model simulation improves. Using top-down emissions, the average root-mean-square error of simulated daily BC is decreased by nearly 30%. These results are valuable and promising for a better understanding of aerosol emissions and distributions, as well as aerosol forecasting.

Keywords: Inverse modeling, black carbon, ensemble optimal interpolation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定
Analysis of BC emissions in East Asia using inverse model

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4]
*Takashi Maki[1], Taichu Y Tanaka[1], Naga Oshima[1], Thomas Sekiyama[1], Keiichi Kondo[1], Jun-ichi Kurokawa[2], Keiya Yumimoto[3], Toshimasa Ohara[4]

1. 気象研究所、2. アジア大気汚染研究センター、3. 九州大学、4. 国立環境研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Asia Center for AirPollution Research, 3. Kyushu University, 4. National Institute for Environmental Studies

In addition to affecting climate change and global warming, Black Carbon (BC) brings impact on society and human health as well. However, changes in BC emissions in east Asia have yet to be fully understood. Attempts have been made by various institutions and researchers to estimate BC emission inventories from various statistics but there are problems such as lack of rapid reporting. In order to modify black carbon emissions inventory based on this statistic, we have constructed an BC emission inversion system for east Asia using aerosol transport model and surface observations. The analysis period for emissions is from 2011 to 2014. We adopt global aerosol transport model named MASINGAR mk-2 (Tanaka et al.). The model is a subset of MRI (Meteorological Research Institute) earth system model for climate research and can treat BC, OC, mineral dust, sulfate and sea-salt with external mixing. We divided tags of each province of China, South Korea, Japan into 33 regions and carried out tagged tracer transport experiments. We collected 5 surface sites daily observation data (Hedo, Fukue, Echizen, Happo and Lulin). A priori BC emission is provided by REAS 2.2 (Kurokawa et al.) at 2010. Inversion results suggested that BC emissions in East Asia between 2011 and 2014 are decreasing especially in China about 10%, compared to the 2010 emissions. There was no significant change in BC emissions in Japan and South Korea during the analysis period. However, the observation network could constrain mainly northern part of China. We need more observation data (ex. satellite data) to constrain BC emission amount.

キーワード：逆推計、BC排出量、エアロゾルモデル
Keywords: Inverse model, BC emission, Aerosol model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Source attribution of BC in the northern Pacific and Arctic Ocean by chemistry climate model

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2]
*Takato Onishi[1], Kengo Sudo[1,2], Yugo Kanaya[2], Fumikazu Taketani[2]

1. 名古屋大学　大学院環境学研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

黒色炭素(BC)はバイオマスや化石燃料の燃焼によって大気中に排出される。大気中のBCは可視光を吸収し、大気を加熱するため地球温暖化に寄与していると考えられている。排出直後の外部混合状態のBCは疎水性であり、雲凝結核としては取り込まれにくく、降水沈着の影響を受けにくいので、長距離輸送される可能性がある。輸送されたBCが雪氷面に沈着すると、BCの強い可視光吸収性により、アルベドを下げ雪氷の融解を促進する。

本研究では、北半球高緯度域におけるBCの長距離輸送に着目し、大気化学モデルCHASERによるタグトレーサー計算を用いて、ソース域・起源ごとの寄与推定を行った。BC計算については、海洋研究開発機構・みらいの船上観測（8-9月）で得られたBCデータを用いて評価および解釈を実施した。その結果、北緯70度以南の太平洋域では～7倍程度の過大評価となり、日本近海では観測との差は小さいが、東経160度から180度の範囲では強い過大評価を示した。一方で北緯70度以北ではモデルが13倍～60倍の過大評価を示し、北極海域ではモデルが観測に対して大幅に過大評価している傾向が確認された。またBCの起源としては北太平洋ではシベリア・北アメリカ・中国の寄与が大きく、北極海ではシベリア、北アメリカの寄与が大きいことが示唆された。

BCの過大評価傾向は、モデル内の降水による湿性沈着が過小であることを示している可能性がある。しかしながら、モデル内で計算されている降水場は、ERA-Interim等と比較すると、むしろ過大評価であった。このことから、BCの雲への取り込み率の過小評価など、湿性沈着スキームに不整合がある可能性が示唆される。そこでモデルにおける降水とBCの湿性沈着の関係を評価するために、BCの湿性沈着フラックスを大気中のBCの存在量で正規化した値と降水の相関係数を求めた結果、0.4程度となり、降水によるBCの除去が弱いことが示唆された。さらに2014-2017年の地表から対流圏下層におけるBC濃度に対する内部混合BCの比率(混合比)を求めたところ、北極域~北太平洋高緯度域で30%程度となり、BCの過大評価が卓越する領域においては、疎水性の外部混合BCの寄与が支配的であることが確認された。

以上のことから、外部混合から内部混合への変質過程（aging）の表現や、外部混合BCの湿性沈着の計算に改良の余地が大きいことが示唆される。なお発表時には過大評価をより低減させた結果についても紹介したい。

キーワード：黒色炭素、化学気候モデル、湿性沈着、北極海、太平洋
Keywords: BC, chemistry-climate model, wet deposition, Arctic Ocean, Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Evaluation of a mobile $PM_{2.5}$ sensor and application to the measurements along the National route 1 and around Nagasaki University

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1]
*Kenta Kanegae[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2], Tomoki Nakayama[1]

1. 長崎大学、2. 名古屋大学
1. Nagasaki University, 2. Nagoya University

$PM_{2.5}$の人体への短期曝露は、ぜんそくや気管支炎などの呼吸器系疾患や循環器系疾患などのリスクを上昇させる要因であり、$PM_{2.5}$濃度の上昇により死亡リスクの上昇も懸念されている。そのため、個人単位での$PM_{2.5}$の曝露量の把握することが重要である。我々が、パナソニック社とともに共同開発した小型$PM_{2.5}$センサ[Nakayama et al. 2018]は、個々の光散乱を検出して、粒径区分ごとの粒子数密度を計測することで$PM_{2.5}$重量濃度を得るものであり、ベータ線吸収法などによる高価で大型のものとは異なり、持ち運び可能なコンパクトなサイズであり、個人曝露量計測に応用できる可能性がある。しかしながら、本小型$PM_{2.5}$センサは、小型のヒータによる熱対流を用いて、粒子をセンサ内に導入しているため、持ち運んで計測する場合、装置の傾きや揺れにより、センサの感度が変化する可能性がある。

そこで本研究では、本$PM_{2.5}$センサを実験室内で、傾けたり、揺らしたりした場合に感度がどの程度変化するかを調べた。また、本センサを携帯して屋外で歩行した場合に、静置時に比べて、どれだけ感度が低下するか調べた。これらの結果から、センサの傾きが±10°以内になるように携帯すれば、通常の歩行において、大きな感度変化なく$PM_{2.5}$の計測が可能であることが分かった。さらに、本センサを携帯して、国道1号線（東京から京都）および長崎市内を歩行し、$PM_{2.5}$重量濃度の測定を行った。今後、得られた$PM_{2.5}$の分布状況を、周囲の環境や気象条件、常時監視での測定結果と比較し、$PM_{2.5}$の局所的な排出源や拡散・輸送過程について調べる予定である。本センサを個人曝露量計測に用いることで、$PM_{2.5}$の呼吸器や循環器への影響などに関する疫学研究への応用が期待できる。

謝辞
本研究は、パナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施した。

参考文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：小型PM2.5センサ、個人曝露量、モバイル測定
Keywords: Compact PM2.5 sensor , Personal exposure, Mobile measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Particulate Matters, Mortality, Respiratory Diseases, Cardiovascular Diseases

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Odour, CALPUFF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Stepwise decrease in atmospheric trace gases near the ground associated with rapid vertical mixing observed by 3-D coherent Doppler lidar and in-situ gas measurements

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3]
*Hisahiro Takashima[1], Keiichiro Hara[1], Yuki Ohira[1], Akinori Takami[2], Ayako Yoshino[2], Yasushi Fujiyoshi[3]

1. 福岡大学理学部、2. 国立環境研究所 、3. 北海道大学
1. Fukuoka University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Hokaido University

Stepwise decreases, which occur over several minutes, in nitrogen oxides (NOx) and carbon monoxide (CO) concentrations, in which the main source of these gases is supposed to be near the surface, are sometimes observed in Fukuoka, urban site in Japan, during the summer-winter seasons. In the most cases, ozone (O_3) content, which could be higher at higher altitudes, increases. Wind observations by 3-D coherent Doppler lidar suggest there is a thin surface layer (up to ~50-300 m thickness) near the ground before the stepwise change, and then rapid vertical mixing associated with the local meteorological system occurs. The surface thin layer plays a role as a cover of pollutants near the ground, and the vertical mixing within the boundary layer rapidly dilutes/reduces the pollutant contents near the ground.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Spatiotemporal variations of nitrogen dioxide (NO_2) over Fukuoka , observed by multiple MAX-DOAS instruments and 3-D coherent Doppler lidar

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2]
*Hironobu Ueki[1], Hisahiro Takashima[1], Martina M. Friedrich[2]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB)
1. Fukuoka university, 2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Belgium

福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の3次元的な時空間変動を調べるために、MAX-DOAS（Multi AXis Differential Optical Absorption Spectroscopy）法というリモートセンシング観測手法を用いて、2018年10月～2019年1月の期間、都市部から海側を観測する2地点（薬院（33.580˚N,130.396˚E）、祖原（33.580˚N,130356˚E））と、都市部から約4 kmほど離れ都市部の方向を観測する1地点（福岡大学（33.550˚N,130.364˚E））において、高時間分解能（4分）でNO_2の鉛直分布を観測した。

快晴で雲が少ない11月29日について詳細な解析を行ったところ、7時～10時ごろまでは地表付近でNO_2濃度が高く、その後10時30分ごろから約1時間かけてNO_2濃度の極大域が上空へ移動していた。また海側では13時30分頃からNO_2濃度が境界層内全体で減少し、その約30分後都市部でも境界層内全体でNO_2濃度が減少していた。3次元コヒーレントドップラーライダーを用いて風の3次元分布を調べたところ、10～13時頃にベナール対流のような流れがあり、14時以降には海風が卓越していた。これらのことから、11時ごろNO_2濃度が高い空気塊が境界層内を鉛直輸送され、その後14時以降に海風により清浄な大気が南方方向に水平輸送されたと示唆された。

キーワード：MAX-DOAS
Keywords: MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量
Measurement on the ^{17}O-excess of tropospheric nitrogen oxides

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2]
*Fumiko Nakagawa[1], Dong Ding[1], Urumu Tsunogai[1], Takashi Yamaguchi[2], Izumi Noguchi[2]

1. 名古屋大学 大学院環境学研究科、2. 北海道立総合研究機構 環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute of Environment Sciences, Hokkaido Research Organization

二酸化窒素（NO_2）は、対流圏や成層圏での化学反応を駆動する光化学オキシダントの濃度に影響を与える重要な微量気体成分である。その多くは、まずNOとして大気中に排出され、NOがHO_2やO_3などと反応してNO_2となる。NO_2は、大気中でさらにHNO_3に酸化されて大気から除去されるが、その反応経路は日射量や温度などを反映して変化する。この反応経路を明らかにすることは、大気中に放出されたNOの寿命や放出から沈着までの輸送距離を考える上で不可欠である。近年、三酸素同位体異常(Δ^{17}O値) を指標に用いることで、NOからHNO_3への光化学反応経路が解析できることが明らかになってきた(Michalski et al., 2003; Tsunogai et al., 2010; Nelson et al., 2018)。これは、Δ^{17}O値がO_3生成反応などの特殊な反応でのみ変化し、一般の反応では変化しないため、HNO_3のΔ^{17}O値よりNOからHNO_3へ至る反応経路上で加わったO_3由来のO原子数の情報を引き出すことができるからである。ただし、過去の報告で使用されているNO_2のΔ^{17}O値は実測値ではなく、あくまでもモデルから推定されたものであった(Michalski et al., 2003; Morin et al., 2009)。そのため、NO_2のΔ^{17}O値を定量することは一つの大きな課題であった。また、NO_2は、HNO_3となる以外に、不均一反応やフミン酸などとの反応を経由して、HONOにも還元されることが知られている(Finlayson-Pitts et al., 2003; Stemmler et al., 2006; Kleffmann, 2007)。HONOは、光分解してOHラジカルを放出するなど多様な反応を駆動するため、HONOの起源や大気中での挙動を把握することは非常に重要である。近年、HONOのΔ^{17}O値定量法が確立され、大気中HONOの起源解明の指標として活用され始めたが、HONOの前駆物質の1つであるNO_2のΔ^{17}O値が測定できないことから、誤差の大きい解析しか出来なかった。

そこで本研究ではNO_2のΔ^{17}O値を定量する手法を開発した。NO_2の捕集には、HONO捕集用のフィルターパック法（野口他, 2007）にNO_2捕集用のフィルター（トリエタノールアミン（TEA）含浸フィルター）を加えることによって行った。NO_2はTEA含浸フィルター上にNO_2^-態として集め、これをアジ化水素と反応させることによってN_2Oに還元し、さらに熱分解によってO_2に変換し、そのΔ^{17}O値を定量することでNO_2のΔ^{17}O値を定量した。開発した手法を用いて、名古屋市と札幌市でNO_2とHONOのΔ^{17}O値を定量するための観測を数回行った。その結果、NO_2のΔ^{17}O値は日出と共に上昇し、正午前後に最大になり、その後減少し続けて日出直前に最小になる時間変動を示した。また、HONOのΔ^{17}O値も同様の時間変動を示したことから、NO_2はHONOの主要発生源の1つであることが考えられた。また、札幌市のHONOは名古屋市と比べると、有意に低いΔ^{17}O値を示したことから、札幌はNO由来のHONOの寄与が大きいと考えられた。

キーワード：窒素酸化物、対流圏、三酸素同位体組成
Keywords: nitrogen oxides, troposphere, triple oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Long-term measurements of the column-averaged mixing ratios of tropospheric substances related to the air pollution using ground-based FTIRs at Rikubetsu, Japan

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1]
*Tomoo Nagahama[1], Isamu Morino[2], Shingo Nakanishi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies

反応性の高い揮発性有機物（VOCs）等の炭素化合物から生じる様々な大気汚染物質は、発生源付近で深刻な大気質の低下を招くだけでなく、化学変化しながら遠隔地に輸送され、都市域とその周辺の大気質にまで影響を与えるため、大気質を保全する上で大きな問題として注目されている。特に森林火災や生物起源のVOCを起源とするHCHOやHCOOHは寿命が数日以内で、発生源近傍に分布することからその分布と時間変動は発生源と全球の環境への影響とを関連付ける上での重要な鍵となる。そこで我々は、北海道陸別町に設置した高分解能フーリエ変換型赤外分光器（FTIR）（Bruker社 IFS120M及びIFS120/5HR）による太陽光吸収スペクトルデータから対流圏大気汚染関連物質の高度分布を求め、それらの時間変動から長期にわたる大気質変動の特徴とその影響を理解する研究を進めている。陸別町における観測は、名古屋大学宇宙地球環境研究所と国立環境研究所は共同して行っている。観測波長は3~15 μmの領域で、波数分解能0.0035 cm^{-1}でスペクトルを取得し、解析ソフトウエアSFIT4 (version 0.944)を用いて各種大気微量成分の高度分布解析を行っている。これまでにO_3、CH_4、C_2H_6、N_2O、CO、HCN、HCHO、HCOOH、C_2H_2、CH_3OH等のカラム全量と対流圏平均混合比の解析を進めており、それらの季節変動と1995年から2018年までの長期変化を得た。観測から得られた対流圏カラム平均混合比の季節変動は微量成分ごとに異なる。O_3、C_2H_6、COは3-4月に最大となるのに対して、HCHOは７月、HCNは５月と８月にピークとなった。これらは各微量成分の生成・消滅過程を反映したものであり、特に寿命が短いHCHOは森林火災だけでなく夏期の生物起源VOCの酸化を反映したものと考えられる。

発表では各種微量成分の時間変動の詳細とともに、これらの全球の環境への影響等について議論する。

キーワード：大気汚染物質、カラム平均混合比、赤外分光法、季節変動、長期変動
Keywords: Air pollutants, Column-averaged mixing ratio, Infrared spectroscopy, Seasonal variation, Long-term trend

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1]

1. Nanjing University of Information Science & Technology

This study is the first attempt to understand the synergistic impact of anthropogenic and biogenic emissions on summertime ozone (O_3) formation in the Guanzhong (GZ) basin where Xi’ an, the oldest and the most populous city (with a population of 9 million) in the northwest China, is located. Month-long (August 2011) WRF-Chem simulations with different sensitivity experiments were conducted and compared with near-surface measurements. Biogenic volatile organic compounds (VOCs) concentrations were characterized from 6 surface sites among the Qinling Mountains, and urban air composition was measured in the Xi’ an city at a tower 100 m above the surface. The WRF-Chem control experiment reasonably reproduced the magnitudes and variations of observed O_3, VOCs, NO_x, $PM_{2.5}$ and meteorological parameters, with normalized mean biases for each parameter within ±21%. Subsequent analysis employed the factor separation approach (FSA) to quantitatively disentangle the pure and synergistic impacts of anthropogenic and/or biogenic sources on summertime O_3 formation. The impact of anthropogenic sources alone was found to be dominant for O_3 formation. Although anthropogenic particles reduced NO_2 photolysis by up to 60%, the anthropogenic sources contributed 19.1 ppb O_3 formation on average for urban Xi’ an. The abundant biogenic VOCs from the nearby forests promoted O_3 formation in urban areas by interacting with the anthropogenic NO_x. The calculated synergistic contribution (from both biogenic and anthropogenic sources) was up to 14.4 ppb in urban Xi’ an, peaking in the afternoon. Our study reveals that the synergistic impact of individual source contributions to O_3 formation should be considered in the formation of air pollution control strategies, especially for big cities in the vicinity of forests.

Keywords: ozone, biogenic volatile organic compounds, WRF-Chem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Comprehensive monitoring project of greenhouse gases and air pollutants around Jakarta megacity in Indonesia

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6]

*Masahide Nishihashi[1], Hitoshi Mukai[1], Yukio Terao[1], Shigeru Hashimoto[1], Rizaldi Boer[2], Muhammad Ardiansyah[2], Bregas Budianto[2], Gito Sugih Immanuel[2], Adi Rakhman[2], Rudi Nugroho[3], Nawa Suwedi[3], Agus Rifai[3], Iif Miftahul Ihsan[3], Anies Marufatin[3], Albert Sulaiman[3], Dodo Gunawan[4], Eka Suharguniyawan[4], Asep Firman Ilahi[4], Muharam Syam Nugraha[4], Ronald Christian Wattimena[4], Bayu Feriaji[4], Thomas Lauvaux[5], Tomohiro Oda[6]

1. 国立環境研究所、2. ボゴール農科大学、3. インドネシア技術評価応用庁、4. インドネシア気象気候地球物理庁、5. LSCE、6. USRA/NASA

1. National Institute for Environmental Studies, 2. Bogor Agricultural University (IPB), Indonesia, 3. Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT), Indonesia, 4. Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency (BMKG), Indonesia, 5. Laboratory for Sciences of Climate and Environment (LSCE), France, 6. Universities Space Research Association/NASA Goddard Space Flight Center, USA

The emission increases of greenhouse gases (GHGs) and air pollutants in megacities have been recognized as one of the important issues as a concern for health and climate change. Jakarta, the capital city of Indonesia, including suburban cities (Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi; locally known as “Jabodetabek”), has a population of 32 million people and has been listed as the second largest megacity in the world and the largest megacity in Southeast Asia. Several air quality monitoring campaigns were conducted in Jakarta. However, previous studies lacked continuous high-accuracy monitoring stations due to the limitations of environmental monitoring budgets and experts. We present here a new interdisciplinary project to expand our current understanding of the interactions between emissions, air quality, and regional/global climates.

To estimate the amount of anthropogenic emissions from Jakarta megacity and compare with city activities, we developed a ground-based comprehensive monitoring system of GHGs and air pollutants controlled remotely in addition to automated start-and-stop operations during power failures. Monitoring systems were installed at Bogor (center of Bogor city), Serpong (Jakarta suburb), and Cibeureum (mountainous area) in 2016–2017. Each monitoring system consists of system control/data acquisition units controlling multiple instruments and collecting continuously and continuous monitoring instruments of CO_2, CH_4, CO, NO_x, SO_2, O_3, aerosol concentrations ($PM_{2.5}$, PM_{10}, BC) and the chemical components (NO_3^-, SO_4^{2-}) of $PM_{2.5}$ and PM_{10}, and meteorological parameters. Flask sampling of air is also performed automatically once a week to analyze N_2O, SF_6, and carbon isotopes (^{13}C, ^{14}C) in CO_2 in NIES and to validate the continuous measurement data of CO_2, CH_4, and CO.

The results show that the daytime values of CO_2, three hours averages from 12 to 15 local time, at Bogor and Serpong are 6.8 and 7.1 ppm higher than Cibeureum, respectively. These features are also presented in the other species, i.e., CO, NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, and BC. Moreover, we found 5–10 ppm lower

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

values of CO_2 during daytime at Bogor and Serpong in December and January, mid-rainy season in Jakarta, compared with the other months and frequent and extremely high CH_4 enhancements during nighttime (i.e., 3 to 5 ppm) at Serpong.
We present here the temporal variability observed at three monitoring sites and some preliminary results based on high-resolution CO_2 simulations using Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem).

キーワード：温室効果ガス、大気汚染物質、都市観測、インドネシア
Keywords: greenhouse gases, air pollutants, urban monitoring, Indonesia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

*Yasunori Tohjima[1], Jiye Zeng[1], Tomoko Shirai[1], Akihiko Ito[1], Motoki Sasakawa[1], Toshinobu Machida[1]

1. National Institute for Environmental Studies

National Institute of Environmental Studies (NIES), Japan, has been carrying out in-situ observation of atmospheric CH_4 at Hateruma Island (HAT; lat. 24.1˚N, long. 123.8˚E) since 1996 by using a gas chromatographic system. Since HAT is in the marginal region of the East Asia, air masses from the continental region would cause elevated concentrations of a variety of species including CH_4. Such events were often observed especially during late autumn to early spring due to the Asian monsoon. In the previous studies, we revealed a secular increase in the short-term variations of CH_4 and its relationship with the emission increase from the continental China. Here, we examined the seasonality of the short-term variations of CH_4 in 1996 to 2017. First, we computed the increment of the hourly CH_4 (ΔCH_4) over the baseline, which was the smoothed averages of CH_4 below the 20 percentile in a 101-hour moving time-window. Then the standard deviation of ΔCH_4 for each month of each year was computed. The average monthly standard deviations of ΔCH_4 show rather stable values in winter (November-February, 18~20 ppb), peaks in May (28 ppb) and September (26 ppb), and a dip in July (11 ppb). We simulated ΔCH_4 by a Lagrangian particle dispersion model (LPDM) using the monthly CH_4 emission maps of Patra et al. (2009) and EDGAR v4.3.2, respectively. Although the monthly variability of the simulated ΔCH_4 based on the Patra et al. (2009) emission maps well reconstructed the observed pattern of the monthly standard deviations, that based on the EDGAR v4.3.2 emission maps showed a maximum in March, which was not consistent with the observed pattern. The simulated maximum variability in March is related to the emission peak in March of the EDGAR v4.3.2 inventory, which is attributed to the maximum emissions from agricultural and livestock sectors. The lack of the spring peak in the observation suggests that the anthropogenic CH_4 emission in March of EDGAR v4.3.2 may be overestimated.

Keywords: atmospheric CH4, short-term variation, LPDM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1], Takuya Saito[1]

1. National Institute of Environmental Studies

Methane is an important greenhouse gas emitted from both natural and anthropogenic sources. Accurate understanding of various methane sources is needed for effective reduction of its emissions. Measurement of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane is useful for top-down evaluation of relative contributions of various types of methane sources, because individual methane sources have characteristic isotope signatures. Isotope ratio data for atmospheric methane therefore receive increasing attention for constraining the global methane budget. To meet research community demand, it is imperative for measurement systems to achieve adequate precision and traceability as well as high measurement throughput to process number of air samples that are routinely shipped from monitoring sites to laboratory. Stable carbon isotope ratio has been measured by continuous-flow isotope ratio mass spectrometry where methane in sample air is preconcentrated in a trap filled with an adsorbent cooled by liquid nitrogen. By using a stirring cooler instead, we set up a cryogen-free measurement system, and our configuration attained reproducibility of ~0.1 per mil. This precision is comparable to those previously achieved by using liquid nitrogen; our system is however advantageous for unattended and automated measurement operation. We examined measurements for air sampled outside our laboratory, and the preliminary measurement data at ~1-hour intervals show a clear diurnal variation.

Keywords: Methane, Stable carbon isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O’Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13]
*Yosuke Niwa[1,2], Akihiko Ito[1], Toshinobu Machida[1], Motoki Sasakawa[1], Yasunori Tohjima[1], Taku Umezawa[1], Shinji Morimoto[3], Shuji Aoki[3], Yousuke Sawa[2], Kazuhiro Tsuboi[2], Hidekazu Matsueda[2], Ed Dlugokencky[4], Christina Harth[5], Paul B Krummel[6], Ray L Langenfelds[6], Zoe M Loh[6], Jens Mühle[5], Simon O’Doherty[7], Ronald G Prinn[8], Michel Ramonet[9], Peter Salameh[5], Colm Sweeney[4], Ray Weiss[5], Dickon Young[7], Simona Castaldi[10,11], Sergio Noce[12], Marielle Saunois[9], Ann R Stavert[13]

1. 国立環境研究所、2. 気象研究所、3. 東北大学、4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5. Scripps Institution of Oceanography, University of California、6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7. School of Chemistry, University of Bristol、8. Massachusetts Institute of Technology、9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Meteorological Research Institute, 3. Tohoku University, 4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, 5. Scripps Institution of Oceanography, University of California, 6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere, 7. School of Chemistry, University of Bristol, 8. Massachusetts Institute of Technology, 9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ), 10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli, 11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University, 12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change, 13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere

Atmospheric methane (CH_4) is the most important greenhouse gas after carbon dioxide. Because CH_4 has a relatively short lifetime due to chemical losses in the atmosphere, it is expected that reducing CH_4 emissions would mitigate global warming in a relatively short timeframe. However, sources of atmospheric CH_4 are associated with a wide variety of processes such as fossil fuel production and consumption, agriculture, natural wetlands, and biomass burning, and our understanding of the full CH_4 budget is limited. To better understand CH_4 sources, an inverse analysis is one prominent methodology that estimates spatiotemporal variations of CH_4 sources consistent with their prior estimates and atmospheric observations within specified uncertainties. In this study, we performed a long-term inverse analysis of CH_4 fluxes with an inversion system named NICAM-TM 4D-Var (Niwa et al., 2017a,b). The inversion system is based on the atmospheric transport model NICAM-TM (Niwa et al., 2011), which has a homogeneous icosahedral grid system and mass conserving property. The horizontal model grid resolution was set to 223 km and the CH_4 flux estimation was performed at the same resolution, though some spatial error correlations were introduced. The prior flux dataset includes wetland/rice cultivation emission and soil uptake estimated by the terrestrial ecosystem model VISIT (Ito and Inatomi, 2012). The other emission categories are provided from the ongoing Global Carbon Project (GCP)–CH_4. In the inversion, several emission categories are separately estimated according to their seasonal and interannual variabilities. Compared with the prior estimates, the inverse analysis with ground-based station data estimated smaller emissions from East Asia and Europe, larger and smaller northern summer emissions from West Siberia and Hudson Bay Lowlands, respectively, and larger emissions from Bengal and Indochina areas. These

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

changes estimated by the inversion are attributed to emissions from anthropogenic categories (mainly fossil fuel related), natural wetlands, and rice cultivation, respectively. The presentation will also address the reliability of the inversion estimates using independent aircraft data and examine the independence of each category emission estimate.

References

Niwa et al. (2011), Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II, 89(3), 255–268.
Ito and Inatomi (2012), Biogeoscience, 9:759-773.
Niwa et al. (2017a), Geoscientific Model Development, 10(3), 1157–1174.
Niwa et al. (2017b), Geoscientific Model Development, 10(6), 2201–2219.

Acknowledgement

This study is supported by the Environment Research and Technology Development Fund (2-1701) of the Ministry of the Environment, Japan. The authors acknowledge the Global Carbon Project–CH_4 for providing the prior flux dataset, some of which is made under the support of the RUDN project "5-100". The authors also acknowledge Doug Worthy of Environmental Canada, Juha Hatakka of Finnish Meteorological Institute, Camille Yver Kwok of Laboratoire des Sciences du Climat et de l’ Environnement, Sebastien Conil of Andra, and Kazuyuki Saito and other members of Japan Meteorological Agency for providing observational data of atmospheric CH_4. This study used observational data of Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE). Operations of the AGAGE network are principally supported by the NASA Upper Atmospheric Research Program in the US, by the Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) in the UK, by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) and the Bureau of Meteorology (Australia) in Australia, with additional support from the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) in the US. Yosuke Niwa sincerely thanks the members of the NICAM team for developing and maintaining the codes of NICAM.

キーワード：メタン、逆解析
Keywords: methane, inverse analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果
Scientific findings from observations of GOSAT/TANSO-FTS TIR band

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1]
*Naoko Saitoh[1], Shingo Kosaka[1], Masato Shiraki[1], Hinako Kobayashi[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing

GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite）は、2009年1月23日に打ち上げられて以来、10年以上にわたって温室効果ガスの観測を行っている。GOSAT搭載のTANSO-FTS（Thermal and Near Infrared Sensor for Carbon Observation-Fourier Transform Spectrometer）の熱赤外バンド（TIRバンド）は、二酸化炭素、メタン、その他の温室効果ガス濃度の高度分布を観測している。TANSO-FTSのTIRバンドのVersion 1（V1）Level 2リトリーバルアルゴリズムでは、オゾン、水蒸気、気温を二酸化炭素及びメタンのバイプロダクトとして導出している[Saitoh et al. 2016]。

TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素及びメタンプロファクトのデータ質検証はすでに実施されている[Saitoh et al., 2016, 2017; Holl et al., 2016; Zou et al., 2016; Olsen et al., 2017]。まず、本研究では、評価されたバイアス補正値をTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素データに適用し、北アフリカの上部対流圏で、MOPITT（Measurement Of Pollution In The Troposphere）の一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度の変動を比較した。比較の結果、上空のMOPITTの一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度は両者とも3月から5月にかけて高くなっており、バイオマス燃焼に起因する高濃度の一酸化炭素及び二酸化炭素の空気塊が上空に輸送されたことが示唆される。

次に、TANSO-FTSのTIRバンドのV1のメタン濃度プロファイルは中低緯度の対流圏で航空機のメタン濃度プロファイルと概ね1%以内で一致していることがわかったので、本研究ではインド上空に着目し、TANSO-FTSのTIRバンドの高度層ごとのメタン濃度の変動を調べた。本研究で明らかにした高度層ごとのメタン濃度の変動はChandra et al. [2017]で示されたメタン濃度の変動と概ね同様の特徴を示していた。しかしながら、本研究のTANSO-FTSのTIRバンドのメタンデータの解析からは、下部対流圏のメタン濃度変動がカラム平均濃度（XCH_4）の季節変動に及ぼす影響が、Chandra et al. [2017]の結果と比べると、より大きいという結果になった。

本研究では、ACE-FTS （Atmospheric Chemistry Experiment-Fourier Transform Spectrometer）及びオゾンゾンデデータを用いて、TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素プロダクトと同時導出されたオゾンプロファイルの検証解析を行った。TANSO-FTSのTIRバンドのオゾンデータは夏期の下部対流圏に若干バイアスがあるものの、先験値データ[MacPeters et al., 2007]と比べるとACE-FTS及びオゾンゾンデデータと概ねよい一致を示していた。TANSO-FTSのTIRバンドの最下層のリトリーバル層（地上から857 hPa）のオゾン濃度には、中国大陸で濃度が高く日本の東側に行くにつれて濃度が低くなる特徴が見られ、TANSO-FTSのTIRバンドで対流圏大気汚染物質が検知できる可能性が示された。

キーワード：二酸化炭素、メタン、オゾン、GOSAT/TANSO-FTS
Keywords: CO2, CH4, ozone, GOSAT/TANSO-FTS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測
Continuous measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ at Minamitorishima Island

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5]
*Shohei Murayama[1], Kazuhiro Tsuboi[2], Shigeyuki Ishidoya[1], Hidekazu Matsueda[2], Yosuke Niwa[3], Yousuke Sawa[2], Kentaro Ishijima[2], Kentaro Kozumi[4], Genta Umezawa[4], Kazuya Yukita[4], Shigeharu Nishida[4], Megumi Yamamoto[4], Tetsuyuki Usami[1], Shinji Morimoto[5]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 気象研究所、3. 国立研究開発法人国立環境研究所、4. 気象庁、5. 東北大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2. Meteorological Research Institute, 3. National Institute for Environmental Studies, 4. Japan Meteorological Agency, 5. Tohoku University

The Minamitorishima (MNM; 24°17’ N, 153°59’ E) station is uniquely located to monitor background air at northern mid latitudes; the site is located on a remote coral island in the western North Pacific, about 1,950 km southeast of Tokyo. The Japan Meteorological Agency has been making long-term continuous observations of atmospheric concentrations of major greenhouse gases at MNM. For a better understanding of mechanisms governing the observed CO_2 variation, systematic measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ have been carried out at MNM by analyzing discrete flask air samples taken at the site since 2011. The existing measurement program was enhanced by initiating continuous measurements of CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ using a laser spectroscopy (Off-Axis Integrated-Cavity Output Spectroscopy) in March 2018.

Sample air is drawn from an air intake mounted on a tower at 20-m height above the ground surface, and introduced into a continuous isotope analyzer (Model CCIA-48, Los Gatos Research) after removing water vapor and aerosol particles. The analyzer is calibrated hourly for the concentrations of each CO_2 isotopologue, using 3 air-based CO_2 standard gases with isotopic ratios of industrial CO_2 and different total CO_2 concentrations. The isotopic ratios of these standards were determined by a mass spectrometer, and the concentrations of each CO_2 isotopologue of the standards were obtained from the isotopic ratios. The total CO_2 concentration and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ of sample air are calculated from the measured concentrations of each isotopologue.

The obtained CO_2 isotopic data are scattered, and the precisions of the $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ values measured by this analyzer estimated from hourly measurements of a target gas, which is dried natural air compressed into a 48-L gas cylinder, are about 10 times and 5 times worse than those achieved by our mass spectrometer, respectively. However, the daily mean values of atmospheric $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show day-to-day variations in concert with those of the total CO_2 concentration and prominent seasonal variations. The daily mean $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show systematic difference from the isotopic values obtained from flask sampling on the same day. However, since the differences are almost constant, the nature of the variations are very similar in both cases.

In this presentation, results of the preliminary analyses of the daily mean CO_2, $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ data obtained from the continuous measurement will be presented. From comparison with the flask sampling results, the effectiveness of the continuous measurement will also be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgements

We would like to thank A. Kudo and C. Abe for their technical support for our measurements. This research was supported by a grant for the Global Environmental Research Coordination System from the Ministry of the Environment, Japan.

キーワード：二酸化炭素、安定同位体比、南鳥島、連続観測
Keywords: Carbon dioxide, Stable isotopic ratio, Minamitorishima Island, Continuous measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動
Variations of atmospheric Radon-222 concentration observed at JMA stations

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3]
*Kentaro Ishijima[1], Kazuhiro Tsuboi[1], Hidekazu Matsueda[1], Yousuke Sawa[1], Yosuke Niwa[2,1], Takashi Maki[1], Takashi Nakamura[3]

1. 気象研究所、2. 国立環境研究所、3. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Japan Meteorological Agency

Japan Meteorological Agency (JMA) has been operating several stations to monitor atmospheric greenhouse gases since the late 1980s under the Global Atmosphere Watch programme of the World Meteorological Organization (WMO/GAW). They show synoptic, seasonal, interannual variations, and trends due to changes in atmospheric transport and source/sink strength. To know their transport from land regions, we started the monitoring of atmospheric Radon-222 (^{222}Rn) in the 2000s at the JMA stations. Because ^{222}Rn is emitted from almost only lands and chemically inert, it is useful to identify temporal variability of atmospheric greenhouse gases due to sources/sinks on land. ^{222}Rn also radioactively decays with the half-life of 3.8 days, so is widely utilized to validate regional transport of atmospheric transport model through the model-observation comparisons. Understanding such transport process is also supported by using an atmospheric transport model. We have just started to use a newly developed on-line atmospheric tracer transport model (GSAM-TM). The tracer transport process is driven by a low-resolution version (TL95) of JMA's operational global numerical weather prediction model (GSAM).
In this study, we analyze the observed and model simulated atmospheric ^{222}Rn concentration, to understand the transport process of land-origin atmospheric tracer as well as to validate the GSAM-TM. For example, the model well reproduces high ^{222}Rn peaks, which are frequently observed at Minamitorishima (MNM; 24.28˚N, 153.98˚E) and Chichijima (CCJ; 27.09˚N, 142.19˚E) in winter to spring. Especially in winter, there are many cases that a high peak is first observed at CCJ and one day after at MNM. They are mainly produced by a cold front moving eastward with dense ^{222}Rn behind the frontal line. The peak height at MNM is about two-thirds of that at CCJ. It is slightly smaller than that expected from decay by the 3.8 days half-life (about four-fifths), because dense ^{222}Rn trapped by the front is diluted mainly by diffusion while transported. The model also well reproduces such peak attenuation degree. More details and results of ^{222}Rn-age tracer simulations as well as of other JMA station will also be discussed in our presentation.

Acknowledgements. We sincerely thank all members of the JMA for operating ^{222}Rn measurement systems at JMA monitoring stations

キーワード：ラドン、GSAM-TM
Keywords: radon, GSAM-TM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Long-term variations of CFCs and HCFCs observed with ground-based FTIR spectrometers at Rikubetsu, Syowa Station, and Tsukuba since 1995

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4]
*Hideaki Nakajima[1,2], Masanori Takeda[2,1], Isao Murata[2], Takafumi Sugita[1], Tomoo Nagahama[3], Isamu Morino[1], Takeshi Kinase[4]

1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. 東北大学大学院環境科学研究科、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 気象研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Meteorological Research Institute

北海道陸別（43.5N, 143.8E）において1995年より、南極昭和基地(69.0S, 39.6E)において、2007, 2011, 2016年の3年間、つくば（36.1N, 140.1E）において2018年6月より、それぞれBruker社製IFS-120M及びIFS-125HR型FTIRによる太陽赤外線を光源に用いた大気微量成分の観測を行っている。本研究では、これらのFTIRで得られた赤外分光スペクトルから、各種フロン類・代替フロン類の長期変動を解析した結果について報告する。

今回特に注目したのは、フロン類のCFC-11, CFC-12、及び代替フロンのHCFC-22である。オゾン層を破壊するフロン類及び代替フロンのうちのHCFCsは1987年のモントリオール議定書で生産と消費が規制され、徐々にHCFCやHFC、さらに自然冷媒への転換が進んできている。ところが、2018年に、アジアにおける2011年以降のCFC-11の違法な生産を示唆する論文が発表された（Montzka et al., Nature, 2018）。これら、CFCs, HCFCsは地上におけるガスクロマトグラフ・質量分析計による測定のほかに、赤外分光観測によって大気中の濃度の測定が可能である。我々は、1995年からの日本におけるFTIRの観測データから、CFC-11, CFC-12, HCFC-22の高度分布と気柱全量の長期変動の様子を、SFIT4という解析ツールを用いて解析した。Figure 1にHCFC-22の上空気柱全量の値の長期変動の様子を、Figure 2に地表から8 kmまでの積算値の変動の様子を示す。気柱全量に見られる夏のピークは、対流圏界面高度の変動の結果と思われ、0～8 kmの積算値ではその変動がなくなっている様子を見てとることが出来る。このような、高度分布に関する情報を地上から得ることが出来るのは、FTIR観測の特徴の一つである。発表では、CFC-11やCFC-12の解析例や粒跡線解析の結果についても発表する。

キーワード：フロン、代替フロン、FTIR
Keywords: CFC, HCFC, FTIR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Figure 1

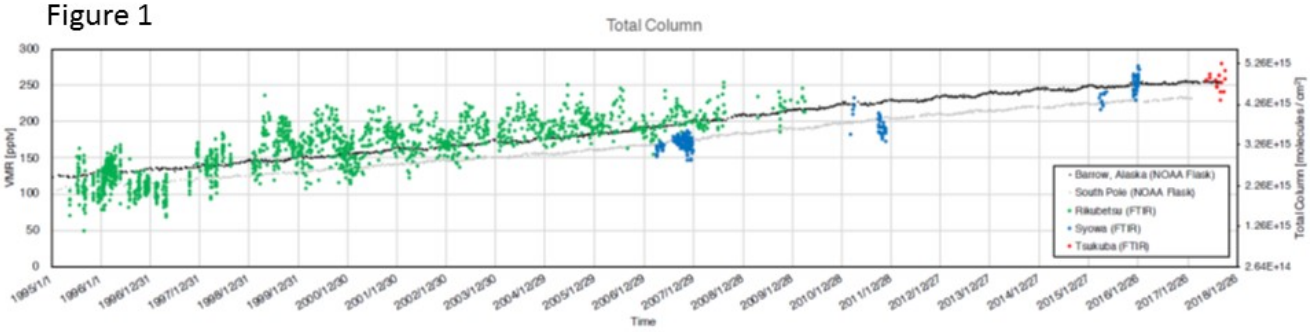
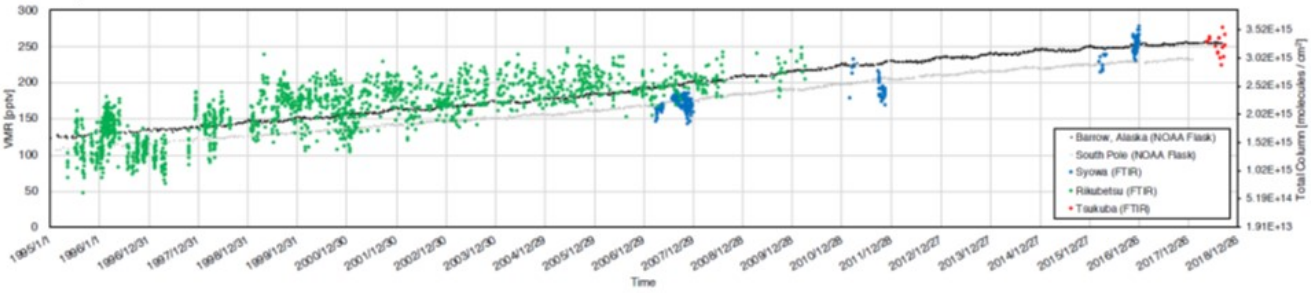


Figure 2



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

Millimeter-wave observation of stratospheric ozone in 2015-2017 in Rio Gallegos at the southern tip of South America

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3]
*Akira Mizuno[1], Hironori Seki[1], Tomoo Nagahama[1], Hirofumi Ohyama[2], Jacobo Salvador[3], Facundo Orte[3], Elian Walfram[3]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所、3. レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Laser and Applications Research Center, UNIDEF (CITEDEF-CONICET)

我々は2013年から５年間、JSTーJICA　SATREPS(地球規模課題対応国際科学技術協力)プログラムの下でチリ・アルゼンチンとの国際共同プロジェクト　SAVER-Netプロジェクトを進めてきた。このプロジェクトでは、先端的観測施設の空白域である南米地域での地上大気観測網、特にオゾン・紫外線およびエアロゾルの観測網をアルゼンチンおよびチリとの国際協力の下で整備した。南米南端部はオゾンホールがしばしば到来し、地域住民への健康影響が懸念されており、プロジェクト終了後もオゾンホール／紫外線量予測のための共同研究を進めている。

今回は南米大陸南端部に位置するアルゼンチン・リオガジェゴスの南部パタゴニア大気観測所(OAPA)に設置した名古屋大学のミリ波分光計によるオゾン観測の解析結果について報告する。解析期間は2015年4月から2016年3月と2016年9月から2017年8月の期間で、悪天候や装置トラブルを除いて約9400の１時間平均オゾン高度プロファイルを得た。オゾンホールが到来する9月および10月についてMERRA-2気象場再解析データから導出した温位、渦位、気温等と高度毎のオゾン混合比を比較した。

その結果、

・温位1000K(高度～35 km)以下では、渦位の絶対値とオゾン混合比の相関が高い。

・オゾンホールの到来に伴い、高度~25kmでは極渦空気塊の移流に伴い気温の減少、高度～35km以上では極渦の下降流に伴う気温上昇がみられる。

等の特徴が明らかになり、渦位の絶対値と気温で簡便にオゾンホール内に入ったかどうかの識別が可能であることを明らかにした。

発表では、史上３番目の面積を記録した2015年と2016年のオゾンホールをリオガジェゴスという定点から観測した場合の特徴について詳しく議論する。

キーワード：オゾンホール、ミリ波分光、南米、極渦
Keywords: ozone hole, millimeter-wave spectroscopy, South America, polar vortex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

近年、Society 5.0そして持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて、気象学・海洋学・水文学などの地球環境科学を導く地点観測データ、地上レーダデータ、衛星観測、海洋観測、そして全球客観解析データなど多岐にわたる地球環境データの利活用が期待されています。しかし、現状これらの大量に蓄積されているビッグデータは十分に活用されているとは言えず、多くのデータが誰にも解析されず眠っているとまで言われています。そこでこのようなビッグデータを取り扱うため、人工知能による時空間データモデリング、予測・検知のための機械学習技術、自動化を含めたデータマイニング技術、等の研究が必要になります。そして地球環境データを横断的に分析し利活用することで、環境問題の解決や地球温暖化への対応が可能になります。さらに人工知能は真理探求の科学研究においても第4のパラダイム（第 1： 観測・実験、第 2： 理論、第 3： シミュレーション、第 4： データ駆動）としてデータと科学の橋渡役となることが期待されます。このような研究を加速するため、地球環境データに人工知能を適用する様々な取り組みについての発表を募集します。

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages

Wei-De Chen[1], *Yu-Ching Lin[1], Hsien-Min Wu[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan

With the force of technological development and growing human population, it is important for the government to understand the rate of land use/land-cover change. Remotely sensed data has been popularly employed for land use monitoring, in order to avoid improper land use or illegal expansion. Over the past decade, medium-resolution satellite images have been exploited to find out where illegal waste disposal sites are in Taiwan. However, acquiring satellite imagery often takes long revisit time. In recent years, Unmanned Aircraft System (UAS) attached with a non-metric camera has become a popular platform for acquisition of aerial images. It is cost-effective for acquiring temporal images over large geographic areas. This study employed a sensfly Ebee drone to acquire aerial images for monitoring land use activity. An orthoimage can be generated using state-of-the-art Structure-from-Motion (SfM) photogrammetry. With the help of object detection technique in artificial intelligence, illegal activity can be rapidly identified in the orthoimages. The Tensorflow Object Detection API was applied. In this study, a faster region-based Convolutional Neural Network (R-CNN) with Resnet-101model was retrained for detecting the location of illegal waste. The results achieved a recall of 86.9% and a precision of 72.2%. This study demonstrated that it is possible for department of land monitoring to know the hot spot of illegal waste sites. Surveillance operations become active and effective. In the future, hard sampling mining method would be investigated to reduce false alarm cases. Also, a faster detection procedure, such as YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) v3 will be further assessed.

Keywords: Object Detection, UAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1], KUO-CHIH HUANG[1], DUN-REN GUO[1]

1. National Defense Univ.

In recent years, the use and development of solar power has been promoted due to climate change and energy crisis. However, solar power generation is highly dependent on local weather characteristics, since the amount of solar radiation is closely related to the atmospheric transparency, water vapor content, cloud coverage and suspended particulate content. In particular, the problem of air pollution in Taiwan is getting worse, and the aerosol in the atmosphere can reflect, scatter or absorb solar radiation, reducing the amount of solar power generation. Therefore, if we want to increase the proportion of solar power generation, it is important to develop a solar energy forecasting technology that combines environmental parameters. This study utilized meteorological data from the Banqiao, Hsinchu, and Xinwu observatories of the Central Weather Bureau, and PM2.5 observation data from the Longtan Station of the Environmental Protection Administration from July 2013 to June 2018, to analysis the relationship between various environmental factors and solar radiation. Then put the data into the mechanical learning models to obtain the solar radiation prediction value (the first half of the data is used for model training and the second half is used for model testing), and compare with the measured values of solar radiation to find the best performing parameter series and model. The results show that a series of 10 weather parameter used in the decision tree algorithm has better training and test scores on the 8th floor (training score 0.821261, test score 0.674572), and the random forest algorithm has the best training and test performance (training score 0.964738, test score 0.716649).

Keywords: Machine learning, Decision tree, Random forest, Solar radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化
Change Point Detection and Visualization of Region of Interests on Weather Time Series Data Using Three-dimensional Convolutional Neural Network

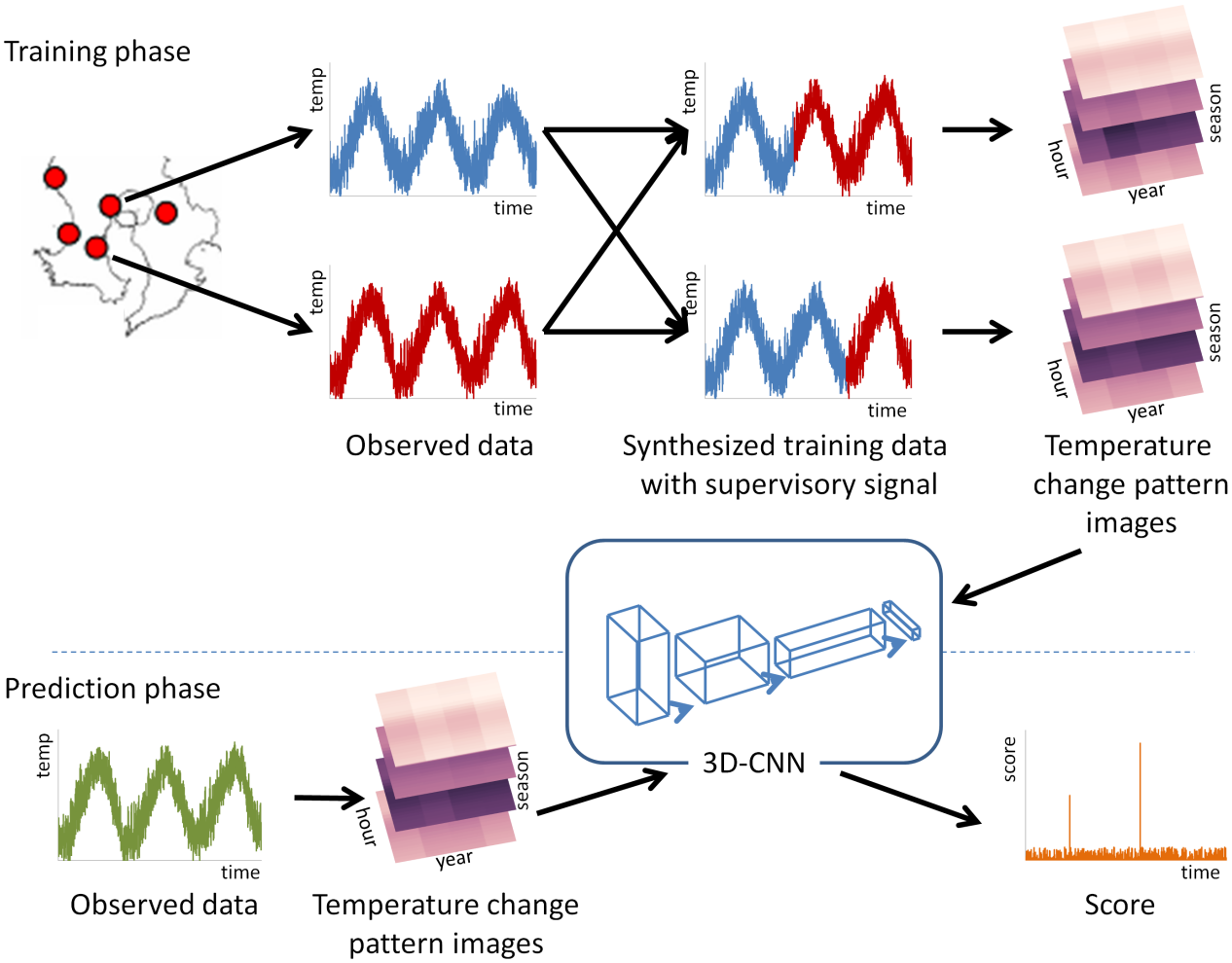
*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3]
*Satoshi Ono[1], Sotaro Maehara[1], Takahiro Kinoshita[1], Ken-ichi Fukui[2], Tomohiko Tomita[3]

1. 鹿児島大学、2. 大阪大学、3. 熊本大学
1. Kagoshima University, 2. Osaka University, 3. Kumamoto University

気象観測データをもとに長期的な自然変動を把握する場合，人工的な変動要因を除外することが必要となる．本研究では，3次元畳み込みニューラルネットワーク（3D Convolutional Neural Network: 3D-CNN）を用いて，観測された気象データに微少なパターンとして表出する人工的な変動要素を検知する方式を提案する．提案方式では，教師信号付き訓練データを合成することで，教師あり学習を可能にする点に特徴がある．本研究では，アメダス（Automated Meteorological Data Acquisition System: AMeDAS）の観測データを対象とした実験を行った．近傍の2拠点で観測された気温変化パターンをある時点で切断し，以降の観測データを交換したデータを用意することで，仮想的な観測拠点の移動を含む訓練データを合成し，3D-CNNの学習を行った．これにより，数十km程度離れた観測拠点から合成した訓練データを用いた場合であっても，数km以下のごく短い距離の観測拠点の変更を検出できることを確認した．また，本研究では，Guided Gradient-Weighted Class Activation Mappingを利用して，変化点検知の際に注目された観測データの範囲を可視化できることを示した．

キーワード：アメダス観測データ、3次元畳み込みニューラルネットワーク、変化点検知、可視化
Keywords: Observation data by AMeDAS, 3D convolutional neural network, Change point detection, Visualization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

Estimation of sediment disaster risk around the Fuji River Basin using a machine learning method that considers trigger and inherent factors

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1]
*Kazuyoshi Souma[1], Sei Kuroda[2], Takeru Kurakami[2], Takashi Miyamoto[1]

1. 山梨大学大学院総合研究部、2. 山梨大学大学院医工農学総合教育部
1. Interdisciplinary Graduate School, University of Yamanashi, 2. Integrated Graduate School of Medicine, Engineering, and Agricultural Sciences

静岡県・山梨県・長野県を流れる富士川流域には急峻な山地や糸魚川・静岡構造線が含まれ，ひとたび大雨が発生すると土砂災害により多くの被害が発生しうる．それに対するソフトウェア対策として，気象庁と県が連携して「土砂災害警戒情報システム」を運用している．しかし現業の土砂災害警戒情報システムでは，誘因（直接災害をもたらす動的な発生要因）については気象レーダーに基づく詳細な降雨情報を導入している一方，素因（災害の発生・拡大に関する潜在的な環境要因）である地形・地質情報を直接的に考慮することができない．土砂災害ソフトウェア対策の信頼性を向上し迅速な避難につなげるためには，素因と誘因の両方を考慮した土砂災害危険度推定手法を開発し，より実情を反映した警戒情報を提供する必要がある．

以上を踏まえて本研究では、機械学習手法であるニューラルネットワークとk-means法を用いて，富士川周辺地域（山梨県及び静岡県）における素因と誘因を考慮した土砂災害危険度推定手法を構築する．危険度推定の対象とするのは現業の土砂災害警戒情報システムと同様に表層崩壊（土石流と大規模な崖崩れ）である．

本研究では手法の学習及び検証において，山梨・静岡両県で多くの土砂災害をもたらした2001年台風15号（9月21日）と台風12号（9月2～4日）の事例をそれぞれ用いた．本研究では土砂災害の素因情報を得るために国土数値情報の標高・傾斜度3次メッシュ，土地利用3次メッシュ，土地分類メッシュ（表層地質）を用い，山梨・静岡両県について空間解像度約1kmのデータを抽出した．誘因情報としては，気象庁が提供する全国合成レーダーGPV（空間解像度約1km）より前60分雨量データを抽出した．また，全国合成レーダーGPVを3段タンクモデル（土砂災害警戒情報システムと同様）に入力して土壌雨量指数を算出し，併せて使用した．教師データについては，山梨県・静岡県から提供された災害報告を基に土砂災害発生の有無（土砂災害の発生なし：0，発生あり：1）について空間解像度約1kmのデータを作成した．

本研究ではまずニューラルネットワークのみを用いて，誘因（2要素）と素因（30要素）を入力とし，0（土砂災害の危険低）～1（土砂災害の危険大）の値を出力する2クラス識別問題として手法を構築した．学習過程について誤差（損失関数）の推移を検討したが，学習を進めても誤差が減少せず，ニューラルネットワークの出力分布については全地域について0に近い値となり，意図したとおりに学習が進まなかった．これは、大量の土砂災害なし（0）のデータを教師データとして与えた結果，出力値を0に近い数値にするように学習が行われたことが原因と考えられる．また，入力データに対してアンダーサンプリングを適用したところ，誤差は顕著に減少せず，ニューラルネットワーク出力分布については、全地域で1に近い値となり，やはり意図したとおりに学習が進まない結果となった．

これらの問題を踏まえ，各1kmメッシュに0～1までの危険度を設定し，それを中間層2層のニューラルネットワークの教師データとして用いる回帰問題として手法を再構築した．各セルの危険度については，k-means法を用いて入力データを40クラスターに分類したうえで，各クラスター内の災害発生セル割合に基づき設定した．さらにk-means法によるクラスター分類の際に素因と誘因の重みづけを対等にするため

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に，入力データを誘因2項目（前60分積算降水量，土壌雨量指数）と素因2項目（斜面勾配，断層の有無）とした．その結果，学習過程（2011年9月21日15時のデータを使用）ではepoch数が進むにつれて誤差が減少し，ニューラルネットワーク出力分布では実際に土石流が発生した地点において高い値が出力され，意図したとおりに学習が進むようになった．また，検証過程（2011年9月3日11時のデータを使用）においてもepoch数が進むにつれて一旦誤差が上昇するがその後徐々に減少し，若干過学習傾向にあるが検証用データに対してもネットワーク適用可能と考えられた．また，検証用データを入力したニューラルネットワーク出力分布では，実際に土石流が発生した地点で高い値を示した．

このことから，本研究で構築した手法を改良していくことで，その出力分布を土砂災害危険度として活用できる可能性が示唆された．また，手法構築に当たっては入力データの十分な選別，適切な問題設定，誘因と素因の重みづけを揃えることが重要であることが示唆された．本研究では特定の土砂災害発生事例を用いて学習と検証を行ったが，今後は学習過程により多くの事例を用いるよう改良を行う必要がある．

キーワード：土砂災害、ニューラルネットワーク、クラスター分類、素因、誘因
Keywords: Sediment disasters, Neural network, Clustering, Inherent factors, Trigger factors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討
Application of deep learning techniques to precipitation guidance in short-term weather predictions

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1]
*TAKERU KURAKAMI[1], Kazuyoshi Souma[1], Takashi Miyamoto[1], Takahiko Huruya[1], Jun Magome[1], Hiroshi Ishidaira[1]

1. 山梨大学
1. University of Yamanashi

１．はじめに

数値気象モデルは数時間から1日程度の降水短期予測においては非常に有効であり，近年精力的に改良がなされている．しかし，どれほど精緻な数値気象モデルを用いても降水量の予測誤差を完全になくすことはできず，気象庁ではガイダンスと呼ばれる機械学習手法により数値気象モデルの出力を補完して予報に活用している．しかし，近年ビッグデータ処理等の分野で発展の目覚ましい深層学習の技術はいまだガイダンスに活用できていない．ガイダンスに深層学習の技術を導入することで，これまで活用しきれなかった膨大な数値気象モデル出力をより有効に活用した降水短期予測ができる可能性がある．そこで本研究では深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築する．

２．手法

本研究では深層学習モデルとして，畳み込みニューラルネットワークを用いる．畳み込みニューラルネットワークは人間の視神経を模して，パターンを認識するフィルタとして機能する畳み込み層と，パターンの空間的なずれを吸収する役割を持つプーリング層を組み合わせて構成される．

本研究では畳み込みニューラルネットワークに加えてデータ拡張及びデータ選別を取り入れた深層学習モデルを構築した．

データ拡張については，1組の訓練データ（160×160メッシュ）から40×40メッシュのウィンドウを8メッシュずつずらしてデータを切り出し，256組の訓練データを生成した．データ選別については，40×40メッシュのウィンドウ内で0.1mmの降水が見られるメッシュが，予報実験結果・観測値ともに3割を超える組のみを訓練に用いた．

本研究で設定する問題は連続的な入力データ（数値気象モデルによって予測された変数）を連続的な出力データ（気象庁解析雨量による降水量分布観測値）へ変換する回帰問題に分類されるため，損失関数としては二乗誤差和を用いる．また，本研究では出力層の活性化関数として0以下の値を0とみなすことができるRectified Linear Unit （ReLU：正規化線形関数）を採用する．

本研究では詳細な都市活動を考慮した気象シミュレーションが可能な数値気象モデルCReSiBUC (雲解像モデルCReSSと陸面過程モデルSiBUCを結合したモデル) による降水短期予測実験結果を用いる．深層学習モデルの入力データとしては，降水短期予測実験結果（2001年8月1日から2001年8月31日までの1時間ごと，空間解像度2kmで京阪神地方を中心とする160×160メッシュ）の内，地上鉛直風速出力を用いる．

本研究では深層学習モデルを用いた数値気象モデルの出力補正を行うため，深層学習モデルの出力は入力データと同時刻・同一メッシュにおける降水量分布とする．深層学習モデルの訓練に際しては，同時刻・同一メッシュに最近隣法を用いて内挿した気象庁解析雨量に基づく観測値を目標出力として使用する．

３．結果

深層学習モデルを構築し学習を行ったところ，学習過程ではエポックが進むにつれて二乗誤差和が減少し，効率よく学習が進んでいることがわかった．次に，構築した深層学習モデルへ検証用データを入力し，深層学習モデルによる補正前後の降水量2次元分布について，気象庁解析雨量と比較した．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

まず，台風11号に伴う降水が見られた2001年8月21日1時に関して検討したところ，深層学習モデルによって補正された降水量分布が観測値に近づくことがわかった．次に上空の寒気の影響による局地的な降水が見られた2001年8月6日14時について検討したところ，深層学習モデルにより降水量が平滑化される傾向があり，降水域の位置ずれを補正しきれていないことがわかった．

４．結論

本研究では，深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築した．気象庁解析雨量との比較により，空間スケールの大きな降水の事例では深層学習導入の有効性が示唆された．しかしながら局地的な降水の事例では降水域の位置ずれを補正しきれておらず，さらなる改良が必要と考えられる．

キーワード：短期気象予測、機械学習、深層学習、数値気象モデル、降水量ガイダンス
Keywords: Short-term weather prediction, Machine learning, Deep learning, Numerical prediction model, Precipitation guidance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性
Characteristics of precipitation in Japan evaluated from the ratio of precipitation events

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1]
*Kenta Ogino[1], Tomohiko Tomita[1], Naoki Matsumoto[1]

1. 熊本大学
1. Kumamoto University

本研究は,全国 47 地点における降水イベントの時間変化パターンとその発生数比率から,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価する。まず 47 地点それぞれでの降水イベントの時間変化パターンに着目したウォード法に基づく階層型クラスタリングにより,降水イベントの分類を行う。本研究における降水イベントは次のように定義される。(1)降水イベントの総降水量は 0.5 mm 以上。(2)降り始めは 0 mm・h $^{-1}$とする。(3)降水イベント長は,最長 72 時間とする。(4)0 mm・h $^{-1}$が 2 時間続いた場合,以後の時間降水量には 0 mm・h $^{-1}$を挿入する。この定義をもとに, 47 地点で発生した 1978 年から 2018 年の 41年間の降水イベントを抽出する。次に,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価するために,5~10 月の暖候期と 11~12 月・1~4 月の寒候期とに分け調査を行う。

結果は,まず北海道・東北・北陸・山陰・鹿児島以南で年降水イベント数が全国平均より多いことを示す。次にクラスタリングにより分類された 3 クラスタ,短時間少降水イベントと長時間降水イベント,地点ごとに異なる時間変化パターンを示す降水イベントについてそれぞれの発生数比率を暖候期と寒候期に分けて調査する。暖候期においては,全地点で短時間少降水イベントの発生数が暖候期全発生数の 60 %以上を占める。一方,長時間降水イベントの発生数比率は全地点で暖候期全発生数の 10 %未満である。さらに,寒候期においても短時間少降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 60 %以上を占める。また,長時間降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 15 %未満である。 以上より,降水イベントの発生数比率にみる日本における降水の空間分布特性は,(1)冬雨型・短時間少降水地域,(2)夏雨型・短時間少降水地域地域,(3)冬雨型・長時間長降水地域,(4)夏雨型・長時間降水地域,(5)通年型地域,に 5 分割されることが示される。

キーワード：降水イベント、降水の時間変化パターン、日本における降水の空間分布特性、階層型クラスタリング
Keywords: precipitation events, time variation patterns of precipitation, precipitation characteristics in Japan, hierarchical clustering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

近年、Society 5.0そして持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて、気象学・海洋学・水文学などの地球環境科学を導く地点観測データ、地上レーダデータ、衛星観測、海洋観測、そして全球客観解析データなど多岐にわたる地球環境データの利活用が期待されています。しかし、現状これらの大量に蓄積されているビッグデータは十分に活用されているとは言えず、多くのデータが誰にも解析されず眠っているとまで言われています。そこでこのようなビッグデータを取り扱うため、人工知能による時空間データモデリング、予測・検知のための機械学習技術、自動化を含めたデータマイニング技術、等の研究が必要になります。そして地球環境データを横断的に分析し利活用することで、環境問題の解決や地球温暖化への対応が可能になります。さらに人工知能は真理探求の科学研究においても第4のパラダイム（第 1： 観測・実験、第 2： 理論、第 3： シミュレーション、第 4： データ駆動）としてデータと科学の橋渡役となることが期待されます。このような研究を加速するため、地球環境データに人工知能を適用する様々な取り組みについての発表を募集します。

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages

Wei-De Chen[1], *Yu-Ching Lin[1], Hsien-Min Wu[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan

With the force of technological development and growing human population, it is important for the government to understand the rate of land use/land-cover change. Remotely sensed data has been popularly employed for land use monitoring, in order to avoid improper land use or illegal expansion. Over the past decade, medium-resolution satellite images have been exploited to find out where illegal waste disposal sites are in Taiwan. However, acquiring satellite imagery often takes long revisit time. In recent years, Unmanned Aircraft System (UAS) attached with a non-metric camera has become a popular platform for acquisition of aerial images. It is cost-effective for acquiring temporal images over large geographic areas. This study employed a sensfly Ebee drone to acquire aerial images for monitoring land use activity. An orthoimage can be generated using state-of-the-art Structure-from-Motion (SfM) photogrammetry. With the help of object detection technique in artificial intelligence, illegal activity can be rapidly identified in the orthoimages. The Tensorflow Object Detection API was applied. In this study, a faster region-based Convolutional Neural Network (R-CNN) with Resnet-101model was retrained for detecting the location of illegal waste. The results achieved a recall of 86.9% and a precision of 72.2%. This study demonstrated that it is possible for department of land monitoring to know the hot spot of illegal waste sites. Surveillance operations become active and effective. In the future, hard sampling mining method would be investigated to reduce false alarm cases. Also, a faster detection procedure, such as YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) v3 will be further assessed.

Keywords: Object Detection, UAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1], KUO-CHIH HUANG[1], DUN-REN GUO[1]

1. National Defense Univ.

In recent years, the use and development of solar power has been promoted due to climate change and energy crisis. However, solar power generation is highly dependent on local weather characteristics, since the amount of solar radiation is closely related to the atmospheric transparency, water vapor content, cloud coverage and suspended particulate content. In particular, the problem of air pollution in Taiwan is getting worse, and the aerosol in the atmosphere can reflect, scatter or absorb solar radiation, reducing the amount of solar power generation. Therefore, if we want to increase the proportion of solar power generation, it is important to develop a solar energy forecasting technology that combines environmental parameters. This study utilized meteorological data from the Banqiao, Hsinchu, and Xinwu observatories of the Central Weather Bureau, and PM2.5 observation data from the Longtan Station of the Environmental Protection Administration from July 2013 to June 2018, to analysis the relationship between various environmental factors and solar radiation. Then put the data into the mechanical learning models to obtain the solar radiation prediction value (the first half of the data is used for model training and the second half is used for model testing), and compare with the measured values of solar radiation to find the best performing parameter series and model. The results show that a series of 10 weather parameter used in the decision tree algorithm has better training and test scores on the 8th floor (training score 0.821261, test score 0.674572), and the random forest algorithm has the best training and test performance (training score 0.964738, test score 0.716649).

Keywords: Machine learning, Decision tree, Random forest, Solar radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化
Change Point Detection and Visualization of Region of Interests on Weather Time Series Data Using Three-dimensional Convolutional Neural Network

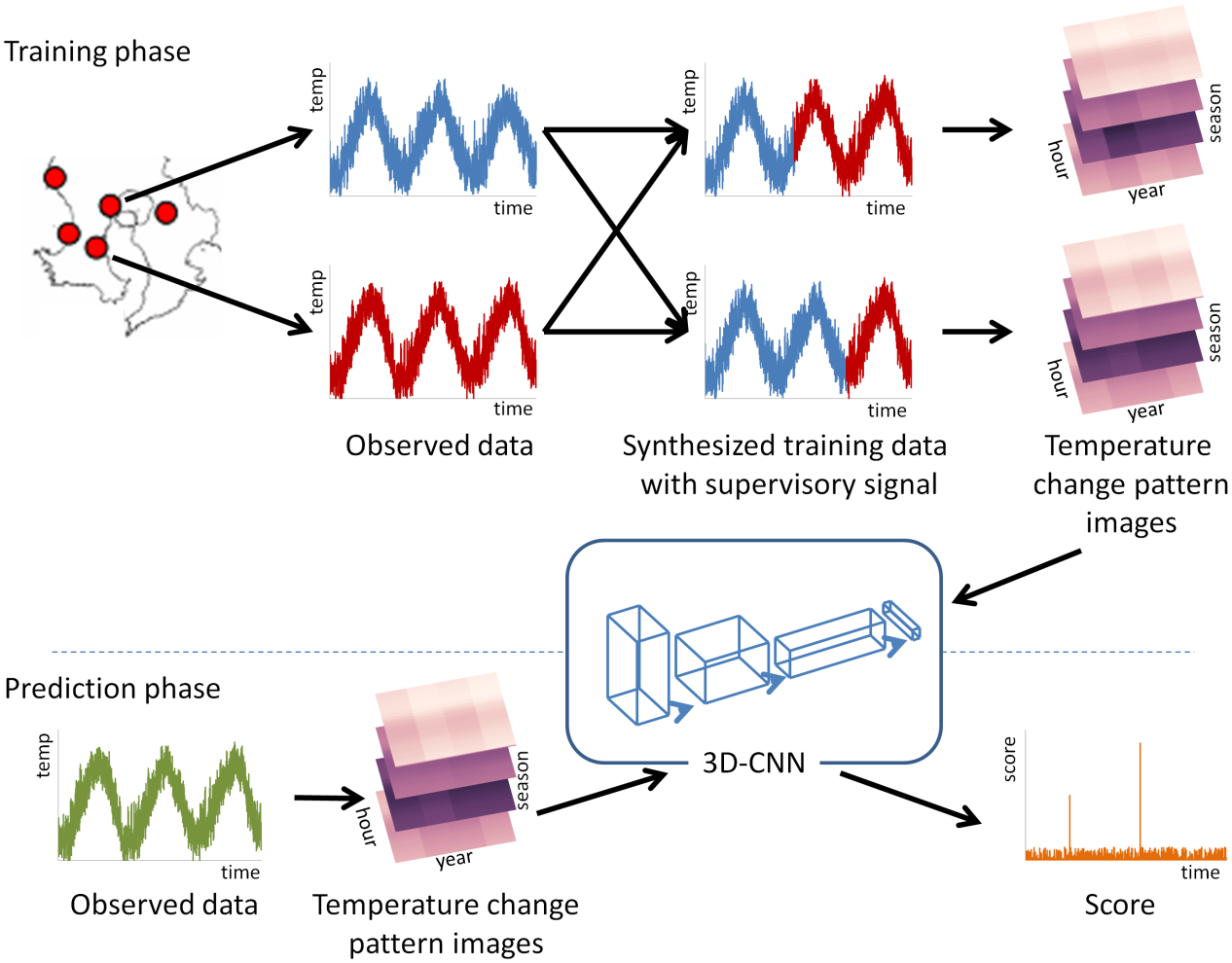
*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3]
*Satoshi Ono[1], Sotaro Maehara[1], Takahiro Kinoshita[1], Ken-ichi Fukui[2], Tomohiko Tomita[3]

1. 鹿児島大学、2. 大阪大学、3. 熊本大学
1. Kagoshima University, 2. Osaka University, 3. Kumamoto University

気象観測データをもとに長期的な自然変動を把握する場合，人工的な変動要因を除外することが必要となる．本研究では，3次元畳み込みニューラルネットワーク（3D Convolutional Neural Network: 3D-CNN）を用いて，観測された気象データに微少なパターンとして表出する人工的な変動要素を検知する方式を提案する．提案方式では，教師信号付き訓練データを合成することで，教師あり学習を可能にする点に特徴がある．本研究では，アメダス（Automated Meteorological Data Acquisition System: AMeDAS）の観測データを対象とした実験を行った．近傍の2拠点で観測された気温変化パターンをある時点で切断し，以降の観測データを交換したデータを用意することで，仮想的な観測拠点の移動を含む訓練データを合成し，3D-CNNの学習を行った．これにより，数十km程度離れた観測拠点から合成した訓練データを用いた場合であっても，数km以下のごく短い距離の観測拠点の変更を検出できることを確認した．また，本研究では，Guided Gradient-Weighted Class Activation Mappingを利用して，変化点検知の際に注目された観測データの範囲を可視化できることを示した．

キーワード：アメダス観測データ、3次元畳み込みニューラルネットワーク、変化点検知、可視化
Keywords: Observation data by AMeDAS, 3D convolutional neural network, Change point detection, Visualization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

Estimation of sediment disaster risk around the Fuji River Basin using a machine learning method that considers trigger and inherent factors

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1]
*Kazuyoshi Souma[1], Sei Kuroda[2], Takeru Kurakami[2], Takashi Miyamoto[1]

1. 山梨大学大学院総合研究部、2. 山梨大学大学院医工農学総合教育部
1. Interdisciplinary Graduate School, University of Yamanashi, 2. Integrated Graduate School of Medicine, Engineering, and Agricultural Sciences

静岡県・山梨県・長野県を流れる富士川流域には急峻な山地や糸魚川・静岡構造線が含まれ，ひとたび大雨が発生すると土砂災害により多くの被害が発生しうる．それに対するソフトウェア対策として，気象庁と県が連携して「土砂災害警戒情報システム」を運用している．しかし現業の土砂災害警戒情報システムでは，誘因（直接災害をもたらす動的な発生要因）については気象レーダーに基づく詳細な降雨情報を導入している一方，素因（災害の発生・拡大に関する潜在的な環境要因）である地形・地質情報を直接的に考慮することができない．土砂災害ソフトウェア対策の信頼性を向上し迅速な避難につなげるためには，素因と誘因の両方を考慮した土砂災害危険度推定手法を開発し，より実情を反映した警戒情報を提供する必要がある．

以上を踏まえて本研究では、機械学習手法であるニューラルネットワークとk-means法を用いて，富士川周辺地域（山梨県及び静岡県）における素因と誘因を考慮した土砂災害危険度推定手法を構築する．危険度推定の対象とするのは現業の土砂災害警戒情報システムと同様に表層崩壊（土石流と大規模な崖崩れ）である．

本研究では手法の学習及び検証において，山梨・静岡両県で多くの土砂災害をもたらした2001年台風15号（9月21日）と台風12号（9月2～4日）の事例をそれぞれ用いた．本研究では土砂災害の素因情報を得るために国土数値情報の標高・傾斜度3次メッシュ，土地利用3次メッシュ，土地分類メッシュ（表層地質）を用い，山梨・静岡両県について空間解像度約1kmのデータを抽出した．誘因情報としては，気象庁が提供する全国合成レーダーGPV（空間解像度約1km）より前60分雨量データを抽出した．また，全国合成レーダーGPVを3段タンクモデル（土砂災害警戒情報システムと同様）に入力して土壌雨量指数を算出し，併せて使用した．教師データについては，山梨県・静岡県から提供された災害報告を基に土砂災害発生の有無（土砂災害の発生なし：0，発生あり：1）について空間解像度約1kmのデータを作成した．

本研究ではまずニューラルネットワークのみを用いて，誘因（2要素）と素因（30要素）を入力とし，0（土砂災害の危険低）～1（土砂災害の危険大）の値を出力する2クラス識別問題として手法を構築した．学習過程について誤差（損失関数）の推移を検討したが，学習を進めても誤差が減少せず，ニューラルネットワークの出力分布については全地域について0に近い値となり，意図したとおりに学習が進まなかった．これは、大量の土砂災害なし（0）のデータを教師データとして与えた結果，出力値を0に近い数値にするように学習が行われたことが原因と考えられる．また，入力データに対してアンダーサンプリングを適用したところ，誤差は顕著に減少せず，ニューラルネットワーク出力分布については、全地域で1に近い値となり，やはり意図したとおりに学習が進まない結果となった．

これらの問題を踏まえ，各1kmメッシュに0～1までの危険度を設定し，それを中間層2層のニューラルネットワークの教師データとして用いる回帰問題として手法を再構築した．各セルの危険度については，k-means法を用いて入力データを40クラスターに分類したうえで，各クラスター内の災害発生セル割合に基づき設定した．さらにk-means法によるクラスター分類の際に素因と誘因の重みづけを対等にするため

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に，入力データを誘因2項目（前60分積算降水量，土壌雨量指数）と素因2項目（斜面勾配，断層の有無）とした．その結果，学習過程（2011年9月21日15時のデータを使用）ではepoch数が進むにつれて誤差が減少し，ニューラルネットワーク出力分布では実際に土石流が発生した地点において高い値が出力され，意図したとおりに学習が進むようになった．また，検証過程（2011年9月3日11時のデータを使用）においてもepoch数が進むにつれて一旦誤差が上昇するがその後徐々に減少し，若干過学習傾向にあるが検証用データに対してもネットワーク適用可能と考えられた．また，検証用データを入力したニューラルネットワーク出力分布では，実際に土石流が発生した地点で高い値を示した．

このことから，本研究で構築した手法を改良していくことで，その出力分布を土砂災害危険度として活用できる可能性が示唆された．また，手法構築に当たっては入力データの十分な選別，適切な問題設定，誘因と素因の重みづけを揃えることが重要であることが示唆された．本研究では特定の土砂災害発生事例を用いて学習と検証を行ったが，今後は学習過程により多くの事例を用いるよう改良を行う必要がある．

キーワード：土砂災害、ニューラルネットワーク、クラスター分類、素因、誘因
Keywords: Sediment disasters, Neural network, Clustering, Inherent factors, Trigger factors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討
Application of deep learning techniques to precipitation guidance in short-term weather predictions

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1]
*TAKERU KURAKAMI[1], Kazuyoshi Souma[1], Takashi Miyamoto[1], Takahiko Huruya[1], Jun Magome[1], Hiroshi Ishidaira[1]

1. 山梨大学
1. University of Yamanashi

１．はじめに

数値気象モデルは数時間から1日程度の降水短期予測においては非常に有効であり，近年精力的に改良がなされている．しかし，どれほど精緻な数値気象モデルを用いても降水量の予測誤差を完全になくすことはできず，気象庁ではガイダンスと呼ばれる機械学習手法により数値気象モデルの出力を補完して予報に活用している．しかし，近年ビッグデータ処理等の分野で発展の目覚ましい深層学習の技術はいまだガイダンスに活用できていない．ガイダンスに深層学習の技術を導入することで，これまで活用しきれなかった膨大な数値気象モデル出力をより有効に活用した降水短期予測ができる可能性がある．そこで本研究では深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築する．

２．手法

本研究では深層学習モデルとして，畳み込みニューラルネットワークを用いる．畳み込みニューラルネットワークは人間の視神経を模して，パターンを認識するフィルタとして機能する畳み込み層と，パターンの空間的なずれを吸収する役割を持つプーリング層を組み合わせて構成される．

本研究では畳み込みニューラルネットワークに加えてデータ拡張及びデータ選別を取り入れた深層学習モデルを構築した．

データ拡張については，1組の訓練データ（160×160メッシュ）から40×40メッシュのウィンドウを8メッシュずつずらしてデータを切り出し，256組の訓練データを生成した．データ選別については，40×40メッシュのウィンドウ内で0.1mmの降水が見られるメッシュが，予報実験結果・観測値ともに3割を超える組のみを訓練に用いた．

本研究で設定する問題は連続的な入力データ（数値気象モデルによって予測された変数）を連続的な出力データ（気象庁解析雨量による降水量分布観測値）へ変換する回帰問題に分類されるため，損失関数としては二乗誤差和を用いる．また，本研究では出力層の活性化関数として0以下の値を0とみなすことができるRectified Linear Unit （ReLU：正規化線形関数）を採用する．

本研究では詳細な都市活動を考慮した気象シミュレーションが可能な数値気象モデルCReSiBUC (雲解像モデルCReSSと陸面過程モデルSiBUCを結合したモデル) による降水短期予測実験結果を用いる．深層学習モデルの入力データとしては，降水短期予測実験結果（2001年8月1日から2001年8月31日までの1時間ごと，空間解像度2kmで京阪神地方を中心とする160×160メッシュ）の内，地上鉛直風速出力を用いる．

本研究では深層学習モデルを用いた数値気象モデルの出力補正を行うため，深層学習モデルの出力は入力データと同時刻・同一メッシュにおける降水量分布とする．深層学習モデルの訓練に際しては，同時刻・同一メッシュに最近隣法を用いて内挿した気象庁解析雨量に基づく観測値を目標出力として使用する．

３．結果

深層学習モデルを構築し学習を行ったところ，学習過程ではエポックが進むにつれて二乗誤差和が減少し，効率よく学習が進んでいることがわかった．次に，構築した深層学習モデルへ検証用データを入力し，深層学習モデルによる補正前後の降水量2次元分布について，気象庁解析雨量と比較した．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

まず，台風11号に伴う降水が見られた2001年8月21日1時に関して検討したところ，深層学習モデルによって補正された降水量分布が観測値に近づくことがわかった．次に上空の寒気の影響による局地的な降水が見られた2001年8月6日14時について検討したところ，深層学習モデルにより降水量が平滑化される傾向があり，降水域の位置ずれを補正しきれていないことがわかった．

４．結論

本研究では，深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築した．気象庁解析雨量との比較により，空間スケールの大きな降水の事例では深層学習導入の有効性が示唆された．しかしながら局地的な降水の事例では降水域の位置ずれを補正しきれておらず，さらなる改良が必要と考えられる．

キーワード：短期気象予測、機械学習、深層学習、数値気象モデル、降水量ガイダンス
Keywords: Short-term weather prediction, Machine learning, Deep learning, Numerical prediction model, Precipitation guidance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性
Characteristics of precipitation in Japan evaluated from the ratio of precipitation events

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1]
*Kenta Ogino[1], Tomohiko Tomita[1], Naoki Matsumoto[1]

1. 熊本大学
1. Kumamoto University

本研究は,全国 47 地点における降水イベントの時間変化パターンとその発生数比率から,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価する。まず 47 地点それぞれでの降水イベントの時間変化パターンに着目したウォード法に基づく階層型クラスタリングにより,降水イベントの分類を行う。本研究における降水イベントは次のように定義される。(1)降水イベントの総降水量は 0.5 mm 以上。(2)降り始めは 0 mm・h $^{-1}$とする。(3)降水イベント長は,最長 72 時間とする。(4)0 mm・h $^{-1}$が 2 時間続いた場合,以後の時間降水量には 0 mm・h $^{-1}$を挿入する。この定義をもとに, 47 地点で発生した 1978 年から 2018 年の 41年間の降水イベントを抽出する。次に,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価するために,5~10 月の暖候期と 11~12 月・1~4 月の寒候期とに分け調査を行う。

結果は,まず北海道・東北・北陸・山陰・鹿児島以南で年降水イベント数が全国平均より多いことを示す。次にクラスタリングにより分類された 3 クラスタ,短時間少降水イベントと長時間降水イベント,地点ごとに異なる時間変化パターンを示す降水イベントについてそれぞれの発生数比率を暖候期と寒候期に分けて調査する。暖候期においては,全地点で短時間少降水イベントの発生数が暖候期全発生数の 60 %以上を占める。一方,長時間降水イベントの発生数比率は全地点で暖候期全発生数の 10 %未満である。さらに,寒候期においても短時間少降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 60 %以上を占める。また,長時間降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 15 %未満である。 以上より,降水イベントの発生数比率にみる日本における降水の空間分布特性は,(1)冬雨型・短時間少降水地域,(2)夏雨型・短時間少降水地域地域,(3)冬雨型・長時間長降水地域,(4)夏雨型・長時間降水地域,(5)通年型地域,に 5 分割されることが示される。

キーワード：降水イベント、降水の時間変化パターン、日本における降水の空間分布特性、階層型クラスタリング
Keywords: precipitation events, time variation patterns of precipitation, precipitation characteristics in Japan, hierarchical clustering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

近年の地球温暖化に伴う気候変動が自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れるのが、北極圏およびその周極地域である。特に近年顕著な海氷面積の減少、氷河・永久凍土の融解、水産資源の変化、北極圏とその周辺の異常気象などは、社会的な関心も高く、そのプロセスの理解のために気圏―水圏―陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。2007年から継続している本セッション「北極域の科学」では、北極域の温暖化、水循環、生態系、大気上下結合など、北極域で起こっている諸現象を包括的に探求するとともに、先端研究の最新情報を共有して総合的議論を深めることを目的とする。北極研究を取り巻く現状に鑑み、人文・社会科学分野および学際的分野における研究発表や、ArCS北極域研究推進プロジェクトの成果発表も歓迎する。

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 栄[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察
Increasing trend of downward long-wave radiation at the surface in the winter Arctic

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2]
*Yuta Miwa[1], Toru Nozawa[2]

1. 岡山大学　理学部、2. 岡山大学大学院　自然科学研究科
1. Faculty of Science, Okayama University , 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

近年、北極域での温暖化が顕著であり、観測データからは、1950年代以降の気温上昇速度が全球平均の約2倍であることが示されている。この特徴は「北極温暖化増幅」と呼ばれ、特に秋から冬にかけて顕著に現れている。先行研究によれば、地表面における熱エネルギー収支をもとにした解析から、北極域冬季の温暖化には下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが示唆されている。一方で、下向き長波放射が増加する要因については必ずしも明確には示されていない。本研究では、先行研究と同様の解析を行った上で、冬季の北極温暖化増幅において下向き長波放射の増加をもたらす要因について考察した。

解析には、気象庁55年長期再解析データ(JRA-55)を用いた。北緯60°以北の北極域を解析領域とし、日射の影響を無視できる11月から1月までの3ヶ月間の平均を取り、1988年から2018年までの30冬季分を解析した。先行研究とは異なるデータ、異なる期間ではあるものの、地表面温度の上昇には、下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが分かった。下向き長波放射は晴天放射と雲放射強制の2者に分けられるが、いずれも地表面温度の変化と整合的であり、どちらかと言えば晴天放射による影響の方が大きいことが分かった。晴天放射が増加する要因としては、大気中の水蒸気量の増加もしくはその他温室効果ガスの増加が考えられるが、温室効果ガス濃度の増加に伴う放射強制力の診断から、水蒸気量の増加が支配的であることが示唆された。また、定量的ではないものの、可降水量の変化と晴天時の下向き長波放射の変化は整合的であった。一方で、雲量の変化を高度別に解析した結果、下層雲量の増加量が最も大きく、雲放射強制の変化と整合的であった。以上より、下向き長波放射の変化は、大気中の可降水量および下層雲量の変化と整合的であるということが示唆された。可降水量および下層雲量が増加する要因として、海氷面積の減少に伴う正味の蒸発量の増加が考えられたが、JRA-55では、大気中の水収支の保存に問題があることから、更なる解析が必要である。

キーワード：北極温暖化増幅、JRA-55
Keywords: Arctic Amplification, JRA-55

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

Climate memory of the Eurasian land process for the Arctic amplification

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2]
*Tetsu Nakamura[1], Koji Yamazaki[1], Tomonori Sato[1], Jinro Ukita[2]

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2. 新潟大学理学部
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science , Niigata University

Amplified warming over the Arctic region, so called Arctic amplification (AA), and its relevance to the mid-latitude cooling in winter have recently been intensively studied. Recognizing rapid decline of the Arctic sea ice as to coincide with AA, sea ice-climate impacts have been examined in both observational and modeling studies. However, there is a serious gap between diverged simulation results among models/studies and observational evidence showing strong relevance of sea ice variation to AA signals on the interannual to decadal timescales. To fill the gap, we assume the climate memory effect of the land process that achieves amplification and recurrence of the sea ice-climate impacts. Here we designed and performed a set of general circulation model experiments that is able to extract the memory effect of land process. The memory of the northern Eurasian cooling anomalies that originally induced by sea ice loss are stored as snow amount and soil temperature. Memorized anomalies could induce the atmospheric circulation resembling the negative Arctic oscillation and amplify the Arctic warming in the later years. Estimated atmospheric circulation change due to this memory effect is comparable with that directly induced by sea ice loss. Reducing uncertainty of the land process operated in the climate models, which is expected to have large model dependency, would be a major choice to achieve the robust simulation results to evaluate sea ice-induced AA.

キーワード：北極温暖化加速、北極海氷後退、北極振動、気候メモリ、陸面過程
Keywords: Arctic amplification, Arctic sea ice retreat, Arctic Oscillation, Climate memory, land process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動
Interannual variation of summer precipitation and atmospheric water circulation over and around Alaska

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3]
*Shohei Morino[1], Tetsuya Hiyama[2], Hatsuki Fujinami[2], Hironari Kanamori[2], Masahito Ueyama[3]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University

北極域では全球平均よりも急速に温暖化が進んでおり、それにともなって北極域の大気水循環も大きく変動している。大気水循環の変動は、降水量と土壌水分量の変動を介して陸域生態系にも影響を及ぼす。Hiyama et al. (2016) は、夏の大気水循環の変動によって2005年から2008年にかけて東シベリアのレナ川中流域で湿潤化が生じたことを示し、Ohta et al. (2014) は同地域のカラマツ林が2005年から2008年にかけての湿潤化によって大規模に枯死し、群落スケールの総一次生産量が低下したことを示した。一方、アラスカ内陸部では2003年から二酸化炭素やメタンなどの温室効果気体フラックス観測が行われており、近年、夏の降水量の増加によってクロトウヒ林における群落スケールのメタン放出量が増加していることが示されている。そこで本研究では、アラスカとその周辺域における夏の降水量と大気水循環に着目した解析を行った。アラスカ内陸部のフェアバンクスにおいて、雨量計で得られた地上降水量データ及び大気再解析データ（ERA-Interim）を使用した。15年分（2003年から2017年）の地上降水量データから、夏季（6・7・8月）降水量の多い年（湿潤年）と少ない年（乾燥年）をそれぞれ4年抽出した後、湿潤年と乾燥年の大気下層（850 hPa）の高度場と風向・風速、鉛直積算水蒸気フラックスの合成図を作成し、15年間の夏の平均値（気候値）と比較した。解析の結果、アラスカ内陸部の夏季降水量の年々変動は、ベーリング海峡付近からの下層の西風とそれにともなう水蒸気フラックスの変化に起因していることがわかった。すなわち湿潤年には西からの水蒸気の流入が多く、乾燥年には少ない。これらは、アラスカ周辺域の大気下層における高気圧偏差や低気圧偏差の空間パターンと強く関わっており、湿潤年にはアラスカ西岸域の西風を強化する一方で、乾燥年には西風を弱化する大気循環場になっていることがわかった。このような低気圧偏差や高気圧偏差の空間パターンは、アラスカ周辺域における低気圧の発生数や移動経路と関係しており、それらはアラスカ周辺域における海水温に関係する可能性が示唆された。興味深いことに、アラスカ周辺域の海面水温（偏差）が高い場合には北極海上の低気圧の発生数が多く、海面水温（偏差）が低い場合には少ない傾向にあった。最後にアラスカ内陸部の夏季の850 hPa高度場は、北極域や環北極域に現れるプラネタリー波が関係していることも示唆された。

キーワード：大気水循環、夏季降水量、高気圧偏差、低気圧偏差
Keywords: Atmospheric water circulation, Summer precipitation, Anticyclonic anomaly, Cyclonic anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化
Detection of a climatological short break in the polar night jet in early winter and its relation to cooling over Siberia

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4]
*Yuta Ando[1], Koji Yamazaki[2], Yoshihiro Tachibana[1], Masayo Ogi[3], Jinro Ukita[4]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. 北海道大学、3. マニトバ大学、4. 新潟大学 理学部
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. Hokkaido University, 3. Centre for Earth Observation Science, University of Manitoba, 4. Faculty of Science, Niigata University

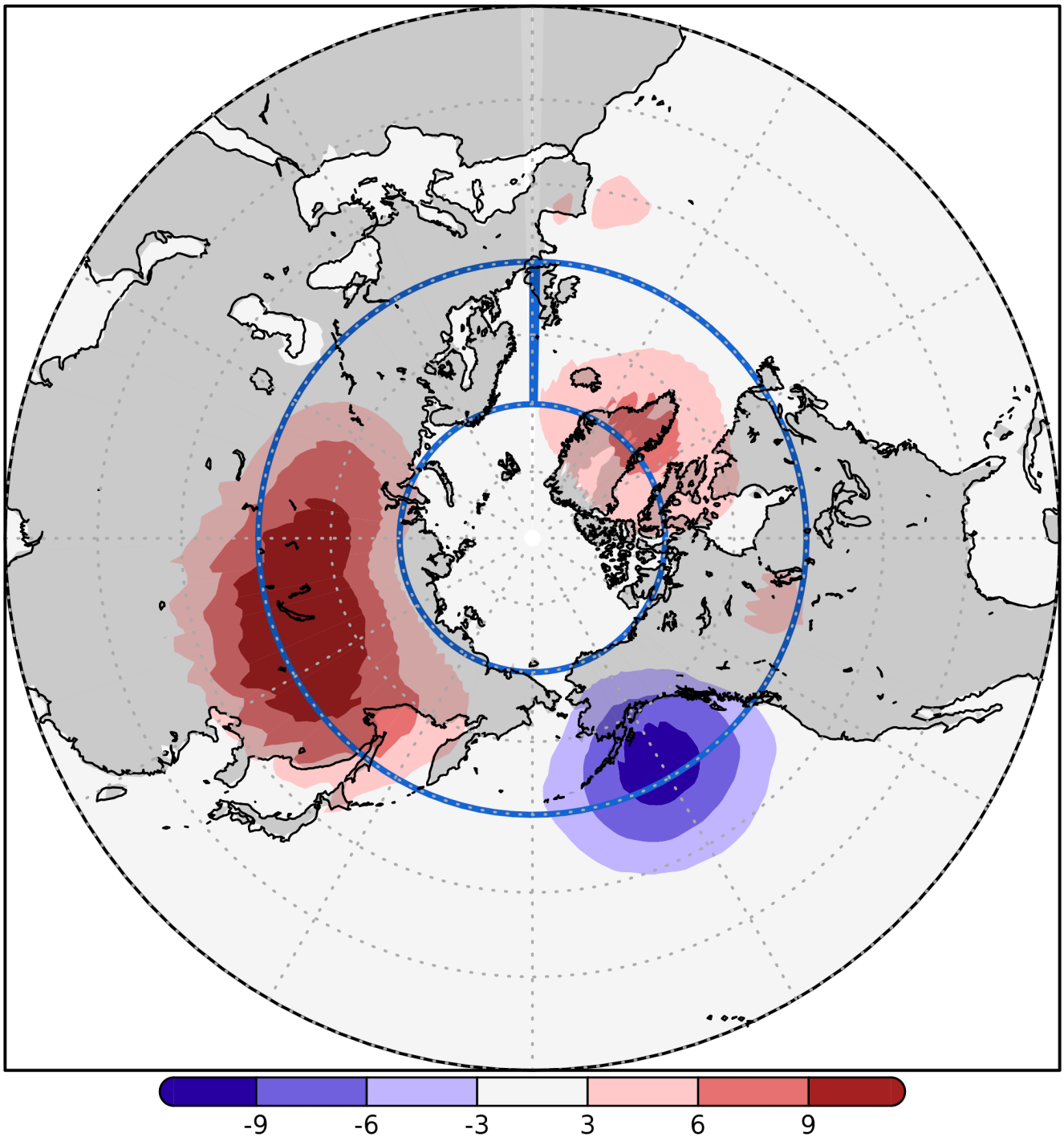
成層圏の強い西風（極夜ジェット）は，風速が10～12月後半に増加する．しかし，日平均データで見ると11月後半に一時的に増加が止まることが明らかとなった．この現象を本研究では季節進行の「停滞」と呼ぶ．本研究は気候値の極夜ジェットの11月後半における季節進行の停滞を力学的な視点から調べ，その要因を探ることを目的とする．

極夜ジェットの停滞は対流圏からのロスビー波伝播の急増と関連していた．この上向き伝播はシベリア域の低気圧偏差の強化に付随して発生した．低気圧偏差の強化には海陸の熱的コントラストが寄与する可能性を示唆した．

キーワード：成層圏、ロスビー波、海陸コントラスト、季節進行
Keywords: Stratosphere, Rossby wave, Land–sea heating contrast, Seasonal evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deviation of WAFz100 (16 NOV–30 NOV)



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3]
*Koji Yamazaki[1], Yoshihiro Tachibana[2], Masayo Ogi[1], Tetsu Nakamura[1], Kazuhiro Oshima[3]

1. 北海道大学、2. 三重大学、3. 環境科学技術研究所
1. Hokkaido University, 2. Mie University, 3. Institute of Environmental Sciences

The summer Northern Annular Mode (NAM) and the winter North Atlantic Oscillation (NAO)/winter NAM have a positive correlation from the mid-1960s to the 1980s. Namely, when the winter NAO/NAM is in a positive phase, the following summer NAM tended to be a positive phase. During the period from the mid-1960s to 1980s, the NAO/NAM signals extended to the stratosphere in winter. Also, lower tropospheric warm anomaly over northern Eurasia in winter associated with the positive phase of NAO/NAM continued to spring. In summer, the annular anomalies in the temperature and 500-hPa height fields appeared and high-latitude westerly was enhanced following the winter positive NAO/NAM. However, after circa 1990, the seasonal linkage was broken, i.e., the winter-to-summer correlation became insignificant. The stratospheric signal in the winter NAO/NAM became weak and summer signals associated with the winter NAO/NAM almost disappeared. Seasonal evolutions of atmospheric circulation and sea surface temperature (SST) anomalies associated with the winter NAO are examined for early good linkage period and recent poor linkage period. We discuss the possible causes of the linkage breakdown such as stratospheric ozone, North Atlantic SST, and Atlantic multidecadal oscillation, besides chaotic internal variability in the climate system. Simulations with the Community Earth System model suggest that the ocean and/or sea ice with inter-seasonal memories possibly cause the linkage, besides large internal variability through which the linkage can take place by chance.

キーワード：北大西洋振動、北極振動、大西洋数十年規模振動、オゾン破壊、北極海の海氷
Keywords: North Atlantic Oscillation, Arctic Oscillation, Atlantic Multidecadal Oscillation, Ozone depletion, Arctic sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

Did an Arctic sea-ice hole cause hemispheric extreme cold winter in 2017/18?

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1]
*Keisuke Ota[1], Yoshihiro Tachibana[1], Kensuke K. Komatsu[1], Alexeev A. Vladimir[2], Cai Lei[2], Yuta Ando[1]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. アラスカ大学
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

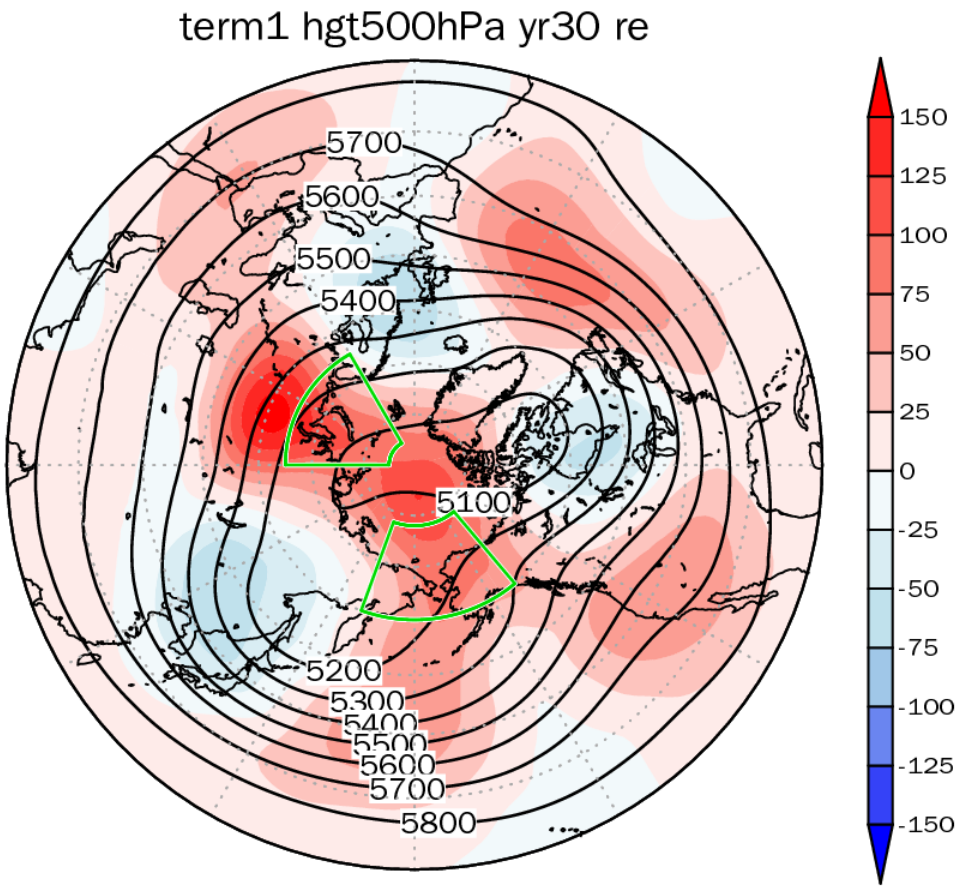
2017/18年冬季は日本全体で平年よりも気温が低く，冬季を通じて気温の負偏差が続く冬となった．特に西日本の平均気温平年差は-1.2℃で，1986/87 年冬季以降の32年間では最も寒い冬となった．2017/18年冬季は北極上空の過去最高値の高気圧偏差を中心とした中高緯度大気循環場が冬季を通じて持続した異常な事例であった．

一方，バレンツ・カラ海と同じく北極海の太平洋側に位置するチャクチ海の海氷は過去最低値を記録した．チャクチ海の異常な海氷減少と2017/18年の寒冬をもたらした異常な大気場との関係の考察は，2017/18年の事例を理解する上で重要であると考えられる．

以上のことから，本研究では寒冬をもたらした2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環について，初冬の異常なチャクチ海海氷減少がもたらす影響について考察することを目的とする．

キーワード：チャクチ海、海氷
Keywords: Chukchi Sea, Sea-ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 荣[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7]
*Tomoki Morozumi[1,2], Shihong Zhong[1], Ryo Shingubara[5,1], Shunsuke Tei[2], Shinya Takano[1], Rong Fan[1,2], Yumiko Miyamoto[2], Ruslan Shakhmatov[1], Shin Nagai[3], Hideki Kobayashi[3], Rikie Suzuki[3], Trofim C Maximov[4,6], Atsuko Sugimoto[2,7]

1. 北海道大学大学院　環境科学院、2. 北海道大学　北極域研究センター、3. 海洋研究開発機構、4. 寒冷圏生物学問題研究所、5. 名古屋大学大学院 環境学研究科、6. 北東連邦大学、7. 北海道大学　国際連携研究教育局
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 5. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 6. North Eastern Federal University, 7. Station for Arctic Research, Global Institution for Collaborative Research and Education, Hokkaido University

In June-July 2017, unusual extensive (~10000 km^2) and long-time (~2 months) river floods were observed at coastal lowlands in northeastern Siberia. We focused on vegetation covered with dwarf shrub, sparse larch and polygonal wetlands, which were affected by the extreme flooding. We investigated plant species composition and in-situ phenology at site, and clarify the vegetation change after the flood in Indigirka river lowland, eastern Siberia (70°N, 148°E) for 2009-2018 July summer. We also recorded timing of leaf opening (greening) after flooding by digital time-lapse camera (GardenWatchCam, Brinno), and visible-near-infrared band satellite images (Landsat 8 OLI, USGS). In the field, forbs and graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia* as indicator of disturbance in arctic tundra) were increased among plots after the flood. On the other hand, dwarf shrubs (i.e. *Vaccinium vitis-idaea*) and moss species (i.e. *Hylocomium splendens*) were declined. The timing of leaf opening was delayed in the field. Fraction of leaf coverage per plot surface area were estimated from photo images. Leaf coverage on shrub were significantly smaller in 2017 summer (5.6%) than those in 2012-2016 (37%) in the plots (n=3, $p < 0.005$). Satellite images also supported that the greening of vegetation was delayed, and vegetation cover was declined in the region in 2017. Damaged moss cover and organic layers were remained to be exposed mud / bare soil in August 2018 (1 year after flood). However, leaf covers were even increased in some sedge-wetland plots, because of the increased growth of graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia*), forbs and sedges. Replacing to more graminoid might affect carbon and energy balances, and even might triggering permafrost thaw in some parts. Therefore, process changing and recovering from flood should be monitored in temporary and spatially multiscale.

キーワード：植生、環境モニタリング、葉面積、洪水、ツンドラ
Keywords: Vegetation, Environmental monitoring, Leaf Area, Flood, Tundra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6]
*Shunsuke Tei[1], Tomoki Morozumi[2], Shin Nagai[3], Shinya Takano[2], Atsuko Sugimoto[1], Ryo Shingubara[4], RONG FAN[2], Alexander Fedorov[5], Trofim Maximov[6]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 海洋開発研究機構、4. 名古屋大学大学院環境学研究科、5. メルニコフ永久凍土研究所、6. 北東連邦大学
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology, 4. Graduate School of Environmental studies, Nagoya University, 5. Melnikov Permafrost Institute, 6. North-Eastern Federal University

Flooding is one of the greatest disasters that produce strong effects on the ecosystem and livelihoods of local population. It is expected that the flood frequency will increase globally making its risk assessment an urgent issue. In spring - summer (June - July) 2017, an extreme flooding occurred in the Indigirka River lowland of Northeastern Siberia that covered a large area with water. In this study, the extent and cause of the flooding were determined using the results of field observations, satellite images, and climate re-analysis datasets, and its possible effects on the ecosystem were discussed. It was found that the flooding covered a significant lowland area equal to about 9530 km^2 and that the rise in the relative Indigirka River water level with respect to the average value determined for the period of nine years spanning from 2009 to 2017 amounted to about 350 cm. The largest annual maximum snow depth (snow water equivalent: SWE) in the lowland was observed in 2017 over the same period (2009-2017), and the surface of the lower reach of the lowland was partially covered with snow even in the end of June due to the extreme snowfall that occurred in fall - winter 2016. The climate re-analysis dataset obtained for temporal-spatial variations in SWE, snowmelt, and runoff over the lowland during 2015-2017 revealed that a large amount of snow-melted water had flown into the river system in June 2017, resulting in the extreme flooding. The latter also waterlogged most trees over the lowland, which caused serious ecosystem devastation and changes in the material cycling in the studied region.

キーワード：異常洪水、インディギルカ川流域、北東シベリア、物質循環、河川水位、降雪
Keywords: extreme flooding, Indigirka River lowland, Northeastern Siberia, material cycling, water level, snowfall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2]
*Masahiro Hosaka[1], Hiroshi Ishimoto[1], Tomonori Tanikawa[1], Masashi Niwano[1], Kouji Adachi[1], Naga Oshima[1], Mizuo Kajino[1], Taichu Y Tanaka[1], Sumito Matoba[2]

1. 気象研究所、2. 北海道大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Hokkaido University

The cryosphere is one of the most vulnerable regions to climate change. Snow/ice rapidly melts in the Arctic region under global warming. The light absorbing aerosols (black carbon and mineral dust) contribute to it by absorbing solar radiation and heating the atmosphere, and the deposition of these aerosols reduces the snow/ice surface albedo. In addition, snow grain size tends to increase in the warmer environment, which further reduces snow surface albedo. Therefore, we started the project, entitled "Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow ice (FY2017-2021)", which is supported by Ministry of the Environment.

In this research project, we will monitor the snow impurities originating from the light absorbing aerosols, the snow grain size, and the related surface albedo variations. These are to be accomplished by ground-based measurements and satellite remote sensing with special focuses on East Asia, one of the major sources of the light absorbing aerosols, and the Arctic region most affected by them. Field observation of weather, radiation and snowpack in Japan and the Arctic regions will be continued to create longer datasets while observation sites are added. We will implement new measurements and devices for analysis. The results of the observation measured in more detail will be utilized to improve the process models as well as the remote sensing algorithm. Such improvements should allow us to create longer-term datasets (i.e., shape advancement of snow particle and snow impurity particle) by remote sensing over the entire Northern Hemisphere.

The numerical models should allow us to assess the impact of physical processes described above on global warming. We will improve the MRI-ESM (Meteorological Research Institute - Earth System Model) and a new model NHM-Chem-SMAP which is a regional atmospheric model that incorporates chemical processes and snow physical processes. We will also investigate the dynamics and the radiation absorption of light absorbing aerosols and the influence of its deposition and snow grain size on albedo.

This research project is composed of three sub-projects. The results of them in FY 2017 are the followings:

(1) Monitoring by ground-based observation measurements: We continued observation of the weather, radiation and snowpack in winter at three stations in Japan. In addition to the continuous observation of weather and radiation by the automatic weather station (AWS; Automatic Weather Station), periodic snow pit observation with snow sampling was performed. Snow impurity concentration was measured by analysis of the snow samples. We visited Qaanaaq in northwest Greenland and Ny-Alesund in the Arctic Ocean. In addition to continuously obtaining valuable observation data with maintenance, we started the sampling of aerosol in the Arctic atmosphere and carried out the observation of sea ice albedo. By introducing a sublimation device, we developed a method to directly observe and analyze snow impurities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

in snow samples with a microscope without melting snow. The results will be used for the improvement of the remote sensing algorithm.

(2) Monitoring by satellite remote sensing: Shape of real snow particles and their scattering characteristics were investigated. It was confirmed that they were consistent with those of virtual particles used for the algorithm. Using Himawari 8 with high temporal-spatial resolution, we developed an algorithm to improve the detection method of snow cover and sea ice. Therefore, high accuracy monitoring in the East Asian region including Japan became possible.

(3) Evaluation by numerical models: We improved the MRI-ESM results including the black carbon representation. The radiation effects were also investigated. We also improved the aerosol expression of NHM-Chem and investigated its effect. We also succeeded in coupling NHM-Chem with SMAP, so that we can now proceed with our research using this coupled model.

キーワード：光吸収性エーロゾル、積雪粒径、積雪アルベド、現地観測、衛星リモートセンシング、気候モデル
Keywords: light absorbing aerosols, snow grain size, snow albedo, in situ observations, remote sensing, climate model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3]
*Keiko Konya[1], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Shad O'neel[2], Martin Truffer[3]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2. USGS、3. University of Alaska, Fairbanks
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. USGS, 3. University of Alaska, Fairbanks

Black Carbon (BC) on snow reduces albedo lower and accelerates ablation. The Arctic demonstrates susceptibility to albedo feedbacks from non-local sources. We have estimated BC mass concentrations in snow from glacier surfaces (0-2 cm depth) and at subsurface (2-10 cm depth) in the Alaska range.

During April 2017, snow sampling was conducted on Gulkana, Black Rapids and Jarvis glaciers, which are all located within 50 km of each other. Between one and four sampling sites were selected at each glacier, at approximately 1500 m elevations. BC mass concentrations and particle size distributions was measured with a Single Particle Soot Photometer (SP2).

Measured BC mass concentrations are similar but less than previous studies. The mean value was about 6 μg/L and size distribution shows two modes around 0.3 and 0.7 μm. We have also measured the number of all aerosols by coulter counter and revealed that BC particles are about 1% of all aerosols.

We compared our measurements results to simulated BC deposition using the Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem). The simulated BC mass concentration agreed well with observed. We also reveaed by model result that contribution rate of biomass burning in Siberia was about 25 %. We will also estimate increase of surface melt rate caused by BC deposition.

キーワード：black carbon、snow、glacier、Arctic、Alaska、aerosol
Keywords: black carbon, snow, glacier, Arctic, Alaska, aerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]
*Hisatomo Waga[1], Toru Hirawake[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Phytoplankton blooms in the Pacific Arctic Region (PAR) has been characterized as a huge single bloom in spring when light availability is high, the mixed layer is shallow and nutrients are abundant due to winter deep mixing. However, several studies have reported that recent increases in occurrence of a relatively small but evident second bloom in fall when light availability is still relatively high and storm-driven mixing replenishes nutrients in the upper well-lit layer. Here we explored interannual variations in phytoplankton phenology in PAR by focusing on biomass and size structure of phytoplankton community based on satellite data. In this study, phenology of phytoplankton community was divided into three types based on time-series chlorophyll-*a* (chl*a*) variations using a nonlinear least squares optimization function: fall bloom (FB), flat high (FH), and flat low (FL). The simple model for FH and FL was a straight line with slope 0, and FH and FL are divided by the chl*a* threshold of 2.5 mg m^{-3}. The complex parameterization of the time-series chl*a* variation for FB was a Gaussian model superimposed over a background concentration of phytoplankton. During our study period of 2003–2017, FB was dominant in the middle (65–67 ˚N) and southern PAR (62–65 ˚N), and accounted for 49.1 and 66.8%, respectively. On the other hand, FL was dominant and accounted for 45.9% in the northern PAR (67–70 ˚N). The proportions of FB and FL showed significant ($p < 0.05$) increasing and decreasing trends in northern PAR (67–70 ˚N), whereas both middle and southern PAR didn’ t show any significant trend for temporal variations in these proportions. In addition, the amplitudes of FB in northern and southern PAR exhibited increasing and decreasing trends, respectively. When we compared the phytoplankton size structure during each phenology, the largest phytoplankton size structure was found in FH, followed by FB and then FL. Moreover, higher amplitude was consisted by larger phytoplankton size structure, suggesting the phytoplankton size structure during the bloom period directly influenced on the amplitude of FB. Since the phytoplankton size structure determines the sinking rate of phytoplankton, these results indicate that benthic organisms in northern and southern PAR would receive more and less fresh phytoplankton during fall. Our findings suggest that the spatiotemporal monitoring of phytoplankton community not only in spring bloom period but also after the period is important for understanding of variations in PAR, because even small changes in the phytoplankton community would have cascading effects on the higher trophic levels via the short and efficient energy pathways in this region. Overall, satellite monitoring of phytoplankton community could improve our understanding about processes of marine ecosystem variations which occurred and/or would occur in PAR.

キーワード：北極、衛星、植物プランクトン
Keywords: Arctic, Satellite, Phytoplankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2]
*Jonaotaro Onodera[1,2], EIJI WATANABE[2], Naomi Harada[1,2]

1. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2. 海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター
1. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 2. Institute of Arctic Climate and Environment Change Research, JAMSTEC

Under the changing hydrographic condition of Arctic Ocean, production, species composition and the phenology of phytoplankton and ice-algae assemblages has been influenced. In order to observe the relationship between changing environmental condition and siliceous phytoplankton (diatoms and silicoflagellates), settling particle samples obtained by bottom tethered moorings with sediment trap were studied in the southern Chukchi Borderland and the southwestern Canada Basin from October 2010 to September 2014 and from September 2015 to September 2017, respectively. Settling flux of diatom valves increased in summer and occasional events of shelf matter advection. Settling flux of ice algae was relatively abundant around late July-early August probably reflecting seasonal sea-ice retreat. However, ice algae and planktic diatoms did not increase in summer 2012 when oligotrophic sea-surface water covered around the mooring station. Settling fluxes of silicoflagellate skeleton increased in July (with high dominance of Stephanocha speculum commonly observed in cold waters) and November-January (with S. medianoctisol which is relatively abundant in polar ocean with sea-ice).

キーワード：北極海、沈降粒子、珪藻、珪質鞭毛藻
Keywords: Arctic Ocean, Settling particles, Diatom, Silicoflagellate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2]
*NAOYA KANNA[1], Shin Sugiyama[2], Takuto Ando[1], Izumi Asaji[3,2], Yoshiki Fujishi[3,2], Jun Nishioka[2]

1. 北海道大学北極域研究センター、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 北海道大学環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

The Greenland Ice Sheet drains freshwater into the ocean through land- and marine-terminating glaciers. Runoff from land-terminating glaciers is assumed to be iron (Fe) and silicate source to the ocean. However, influence of discharge from marine-terminating glaciers on Fe or macronutrient enrichment is poorly understood due to the difficulty of oceanographic observations in a proglacial fjord. Here we present Fe and macronutrient dataset obtained in Inglefield Gulf region of northwestern Greenland, which is fed by ~10 marine-terminating glaciers.

In the summers of 2016-18, we collected meltwater samples on Bowdoin Glacier, one of marine-terminating glaciers feeding Inglefield Gulf. Seawater was sampled in Inglefield Gulf with acid-cleaned Teflon-coated Niskin-X samplers and a Teflon coating messenger suspended on a Kevlar wire. Dissolved Fe (DFe, passes 0.2 μm acid-cleaned filters) in the seawater samplers was pre-concentrated using NOBIAS Chelate PA-1 resin (Hitachi High-Tech. Corp.). The DFe in the seawater and the glacial meltwater were analyzed with and without pre-concentration on a Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer (Hitachi High-Tech. Corp.). Macronutrient in these water samplers was analyzed using an auto-analyzer (QuAAtro, BL TEC Inc.) with a continuous flow system.
Near the terminus of three marine-terminating glaciers (Melvill, Sharp, and Hart Glaciers), relatively cold (1~2˚C) and fresh (as low as 28) waters were distributed in the upper 50 m. We deduce that the water masses in the upper 50 m have been modified by interaction with these glaciers, as previously reported. The DFe in the glacially modified waters ranged from 1.5 to 4.3 nmol/kg. On the Bowdoin Glacier, DFe in the meltwater ranged from 15.6 to 636 nmol/kg, with an average of 197 ±179 nmol/kg (n = 13). The glacial meltwater was significantly enriched in DFe, and thus discharge from marine-terminating glaciers is a potentially important DFe source of the glacially modified waters. The DFe:nitrate (NO_3^-) ratios in the glacially modified waters varied from 0.7 to 147 mmol/mol, which were notably higher than phytoplankton cellular Fe:N ratios (~0.02 mmol/mol, Sunda and Huntsman, 1995). This suggests that phytoplankton in the glacially modified waters were under Fe replete conditions in Inglefield Gulf.

キーワード：グリーンランド、海洋性溢流氷河、栄養塩、鉄
Keywords: Greenland, Marine-terminating glacier, Nutrient, Iron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性
Paleoenvironmental reconstruction from sediments of Bowdoin fjord, northwestern Greenland

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3]
*Takuto Ando[1], NAOYA KANNA[1], Izumi Asaji[2,3], Yoshiki Fujishi[2,3], Shin Sugiyama[1,2,3]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学 低温科学研究所、3. 北海道大学大学院　地球環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

北極域における気温変動の増幅効果が指摘されるなか，温暖化に伴うグリーンランド氷床の融解と海氷の縮小が注目されている。グリーランド北部の氷河の多くは，末端が海洋と接するカービング氷河であり，その変動の履歴を復元することは，今後の気候変動に対する氷床の応答を予測する上で重要である。カービング氷河末端周辺の海洋は，冬季には海氷に覆われ，夏季の氷床融解に伴って湧昇が発生するため，季節変化が明瞭である。特に夏季の湧昇時には氷河性堆積物が巻き上げられて懸濁すると同時に，海洋表層へと栄養塩が供給されるため，氷河末端周辺で生物生産が増大する。近年になって，現在の氷河末端の海洋環境が明らかになってきた。しかし，将来予測をする上では，過去における気候変動に対する海洋環境や堆積環境の応答を理解する必要がある。北極域では古気候アーカイブとして湖底堆積物やアイスコアを用いた環境復元が多く行われているが，直接的にフィヨルド堆積物を用いた研究はそれらに比べると少ない。本発表では，グリーンランド北西部Bowdoinフィヨルドで2018年7月に採取した表層堆積物と堆積物コア試料についての紹介と堆積プロセスや海洋生態系に関する予察的な研究成果を報告する。

キーワード：グリーンランド、氷河性堆積物、バイオマーカー、有機質微化石、海洋基礎生産者、堆積物コア
Keywords: Greenland, glacial sediment, biomarker, palynomorph, primary producer, sediment core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2]
*Yoshimasa Matsumura[1], Naoya Kanna[2], Shin Sugiyama[3,2]

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 北海道大学 北極域研究センター、3. 北海道大学 低温科学研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

To investigate the behavior of subglacier discharge of meltwater and its impact on the oceanic environment in Greenland fjords, large-eddy simulations of upwelling meltwater plume were performed using a three-dimensional non-hydrostatic ocean model.

The model setup was idealized based on in-situ measurements at the glacier front in the Bowdoin fjold, northwestern Greenland. The model resolution was 2.0 m horizontally and vertically and the time step interval was less than 0.1 second, which were sufficiently fine to capture the turbulent nature of upwelling plume and its high frequency disturbance recorded in the in-situ data.

The buoyancy supply caused by the underwater discharge of fresh meltwater induced immediate and strong upwelling, then the plume reached the surface with vertical momentum that radially pushed out the surface water and clearly formed semicircular structure of ~200 m adjoined to the glacier front, which was visualized by high turbidity in reality.
Since the turbulent plume entrains the saline and nutrient-rich water of Atlantic origin below thermocline, the underwater meltwater discharge acts as a pump for providing nutrients to the photic layer, that may support primary production and ecosystem in the fjold.

In the presentation, we will introduce results of sensitivity experiments with different shapes of glacier front cavity and discharge conduit, and quantitative comparison with in-situ observations will be discussed.

キーワード：氷河融解水プルーム、large-eddy simulation
Keywords: meltwater discharge, large-eddy simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2˚C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1]
*Takahiro Toyoda[1], Teruo Aoki[1,2], Masashi Niwano[1], Tomonori Tanikawa[1], Shogo Urakawa[1], Hiroyuki Tsujino[1], Hideyuki Nakano[1], Kei Sakamoto[1], Nariaki Hirose[1], Goro Yamanaka[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Based on detailed field observations, we conducted global ocean simulation experiments with modification of starting temperature for surface melting effect from −1˚C to −2˚C in the snow/ice albedo parameterization. An ensemble mean field of five experiments with the modified parameterization starting from December 1989–January 1990 were compared with the original experiment. Significance of the impact of the modification was evaluated by using the ensemble spread, which measures the internal variability.

In the Arctic Ocean, the mean albedo was reduced by up to 0.015 in June–July by the modification of the parameterization (i.e. lower albedo in the ensemble mean of the modified experiements than in the original experiment), which resulted comparably from both direct effect of the modification and indirect effect via changes of the snow and ice distributions by the albedo reduction. Snow thickness on the sea ice was reduced by up to 1.5 cm in June–July but afterward impact of the modification was diminished as the snow mostly melted away. Impact of the modification on the sea ice firstly appeared in the rim regions of the snow cover with the bare ice fraction extended and, in August–September, ice thickness decreases by 1.5 cm were achieved over most of the Arctic Ocean. On the other hand, ice thickness increases were seen in some marginal ice zones, which were attributed to reduced ocean surface circulation, such as in the Beaufort Gyre, resulting from reduced surface stresses with reduced ice cover.

In the Southern Ocean, the albedo reduction by up to 0.015 in December–January resulted from comparable contributions of the direct effect of the modification of the parameterization and the indirect effect via the snow thickness decrease, as in the Arctic Ocean. In contrast to the Arctic Ocean, the decrease impact of the snow thickness by up to 2.5 cm in the Weddell Sea partly remained through year. In addition, increases of the ice thickness were widely distributed in December–January. A detailed analysis revealed that the warming effect of the albedo reduction by the modification enhanced the reduction of the sea ice concentration, in particular that of thinner ice, which weakened the ice pressure and enhanced thicker ice formation via the rheology, leading to the increases of the ice thickness. Note that thicker ice is less affected by thermodynamical melting effect than thinner ice. This thickening impact of the sea ice remained through year in the Weddell Sea. These changes by the modification of the parameterization were robust compared with the ensemble spread.

Although the above experiments and results might be rather preliminary, we believe that our demonstration of the potential impact of the new observational insight on ocean general circulation model simulations would be of value for further enhancing both observation and modelling/prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

activities and their collaborative study.

キーワード：アルベド、海洋大循環モデル、北極海、南大洋、海氷モデル
Keywords: snow/ice albedo, OGCM, Arctic Ocean, Southern Ocean, sea ice model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

近年の地球温暖化に伴う気候変動が自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れるのが、北極圏およびその周極地域である。特に近年顕著な海氷面積の減少、氷河・永久凍土の融解、水産資源の変化、北極圏とその周辺の異常気象などは、社会的な関心も高く、そのプロセスの理解のために気圏―水圏―陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。2007年から継続している本セッション「北極域の科学」では、北極域の温暖化、水循環、生態系、大気上下結合など、北極域で起こっている諸現象を包括的に探求するとともに、先端研究の最新情報を共有して総合的議論を深めることを目的とする。北極研究を取り巻く現状に鑑み、人文・社会科学分野および学際的分野における研究発表や、ArCS北極域研究推進プロジェクトの成果発表も歓迎する。

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 栄[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察
Increasing trend of downward long-wave radiation at the surface in the winter Arctic

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2]
*Yuta Miwa[1], Toru Nozawa[2]

1. 岡山大学　理学部、2. 岡山大学大学院　自然科学研究科
1. Faculty of Science, Okayama University , 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

近年、北極域での温暖化が顕著であり、観測データからは、1950年代以降の気温上昇速度が全球平均の約2倍であることが示されている。この特徴は「北極温暖化増幅」と呼ばれ、特に秋から冬にかけて顕著に現れている。先行研究によれば、地表面における熱エネルギー収支をもとにした解析から、北極域冬季の温暖化には下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが示唆されている。一方で、下向き長波放射が増加する要因については必ずしも明確には示されていない。本研究では、先行研究と同様の解析を行った上で、冬季の北極温暖化増幅において下向き長波放射の増加をもたらす要因について考察した。

解析には、気象庁55年長期再解析データ(JRA-55)を用いた。北緯60°以北の北極域を解析領域とし、日射の影響を無視できる11月から1月までの3ヶ月間の平均を取り、1988年から2018年までの30冬季分を解析した。先行研究とは異なるデータ、異なる期間ではあるものの、地表面温度の上昇には、下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが分かった。下向き長波放射は晴天放射と雲放射強制の2者に分けられるが、いずれも地表面温度の変化と整合的であり、どちらかと言えば晴天放射による影響の方が大きいことが分かった。晴天放射が増加する要因としては、大気中の水蒸気量の増加もしくはその他温室効果ガスの増加が考えられるが、温室効果ガス濃度の増加に伴う放射強制力の診断から、水蒸気量の増加が支配的であることが示唆された。また、定量的ではないものの、可降水量の変化と晴天時の下向き長波放射の変化は整合的であった。一方で、雲量の変化を高度別に解析した結果、下層雲量の増加量が最も大きく、雲放射強制の変化と整合的であった。以上より、下向き長波放射の変化は、大気中の可降水量および下層雲量の変化と整合的であるということが示唆された。可降水量および下層雲量が増加する要因として、海氷面積の減少に伴う正味の蒸発量の増加が考えられたが、JRA-55では、大気中の水収支の保存に問題があることから、更なる解析が必要である。

キーワード：北極温暖化増幅、JRA-55
Keywords: Arctic Amplification, JRA-55

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

Climate memory of the Eurasian land process for the Arctic amplification

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2]
*Tetsu Nakamura[1], Koji Yamazaki[1], Tomonori Sato[1], Jinro Ukita[2]

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2. 新潟大学理学部
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science , Niigata University

Amplified warming over the Arctic region, so called Arctic amplification (AA), and its relevance to the mid-latitude cooling in winter have recently been intensively studied. Recognizing rapid decline of the Arctic sea ice as to coincide with AA, sea ice-climate impacts have been examined in both observational and modeling studies. However, there is a serious gap between diverged simulation results among models/studies and observational evidence showing strong relevance of sea ice variation to AA signals on the interannual to decadal timescales. To fill the gap, we assume the climate memory effect of the land process that achieves amplification and recurrence of the sea ice-climate impacts. Here we designed and performed a set of general circulation model experiments that is able to extract the memory effect of land process. The memory of the northern Eurasian cooling anomalies that originally induced by sea ice loss are stored as snow amount and soil temperature. Memorized anomalies could induce the atmospheric circulation resembling the negative Arctic oscillation and amplify the Arctic warming in the later years. Estimated atmospheric circulation change due to this memory effect is comparable with that directly induced by sea ice loss. Reducing uncertainty of the land process operated in the climate models, which is expected to have large model dependency, would be a major choice to achieve the robust simulation results to evaluate sea ice-induced AA.

キーワード：北極温暖化加速、北極海氷後退、北極振動、気候メモリ、陸面過程
Keywords: Arctic amplification, Arctic sea ice retreat, Arctic Oscillation, Climate memory, land process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動
Interannual variation of summer precipitation and atmospheric water circulation over and around Alaska

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3]
*Shohei Morino[1], Tetsuya Hiyama[2], Hatsuki Fujinami[2], Hironari Kanamori[2], Masahito Ueyama[3]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University

北極域では全球平均よりも急速に温暖化が進んでおり、それにともなって北極域の大気水循環も大きく変動している。大気水循環の変動は、降水量と土壌水分量の変動を介して陸域生態系にも影響を及ぼす。Hiyama et al. (2016) は、夏の大気水循環の変動によって2005年から2008年にかけて東シベリアのレナ川中流域で湿潤化が生じたことを示し、Ohta et al. (2014) は同地域のカラマツ林が2005年から2008年にかけての湿潤化によって大規模に枯死し、群落スケールの総一次生産量が低下したことを示した。一方、アラスカ内陸部では2003年から二酸化炭素やメタンなどの温室効果気体フラックス観測が行われており、近年、夏の降水量の増加によってクロトウヒ林における群落スケールのメタン放出量が増加していることが示されている。そこで本研究では、アラスカとその周辺域における夏の降水量と大気水循環に着目した解析を行った。アラスカ内陸部のフェアバンクスにおいて、雨量計で得られた地上降水量データ及び大気再解析データ（ERA-Interim）を使用した。15年分（2003年から2017年）の地上降水量データから、夏季（6・7・8月）降水量の多い年（湿潤年）と少ない年（乾燥年）をそれぞれ4年抽出した後、湿潤年と乾燥年の大気下層（850 hPa）の高度場と風向・風速、鉛直積算水蒸気フラックスの合成図を作成し、15年間の夏の平均値（気候値）と比較した。解析の結果、アラスカ内陸部の夏季降水量の年々変動は、ベーリング海峡付近からの下層の西風とそれにともなう水蒸気フラックスの変化に起因していることがわかった。すなわち湿潤年には西からの水蒸気の流入が多く、乾燥年には少ない。これらは、アラスカ周辺域の大気下層における高気圧偏差や低気圧偏差の空間パターンと強く関わっており、湿潤年にはアラスカ西岸域の西風を強化する一方で、乾燥年には西風を弱化する大気循環場になっていることがわかった。このような低気圧偏差や高気圧偏差の空間パターンは、アラスカ周辺域における低気圧の発生数や移動経路と関係しており、それらはアラスカ周辺域における海水温に関係する可能性が示唆された。興味深いことに、アラスカ周辺域の海面水温（偏差）が高い場合には北極海上の低気圧の発生数が多く、海面水温（偏差）が低い場合には少ない傾向にあった。最後にアラスカ内陸部の夏季の850 hPa高度場は、北極域や環北極域に現れるプラネタリー波が関係していることも示唆された。

キーワード：大気水循環、夏季降水量、高気圧偏差、低気圧偏差
Keywords: Atmospheric water circulation, Summer precipitation, Anticyclonic anomaly, Cyclonic anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化
Detection of a climatological short break in the polar night jet in early winter and its relation to cooling over Siberia

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4]
*Yuta Ando[1], Koji Yamazaki[2], Yoshihiro Tachibana[1], Masayo Ogi[3], Jinro Ukita[4]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. 北海道大学、3. マニトバ大学、4. 新潟大学 理学部
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. Hokkaido University, 3. Centre for Earth Observation Science, University of Manitoba, 4. Faculty of Science, Niigata University

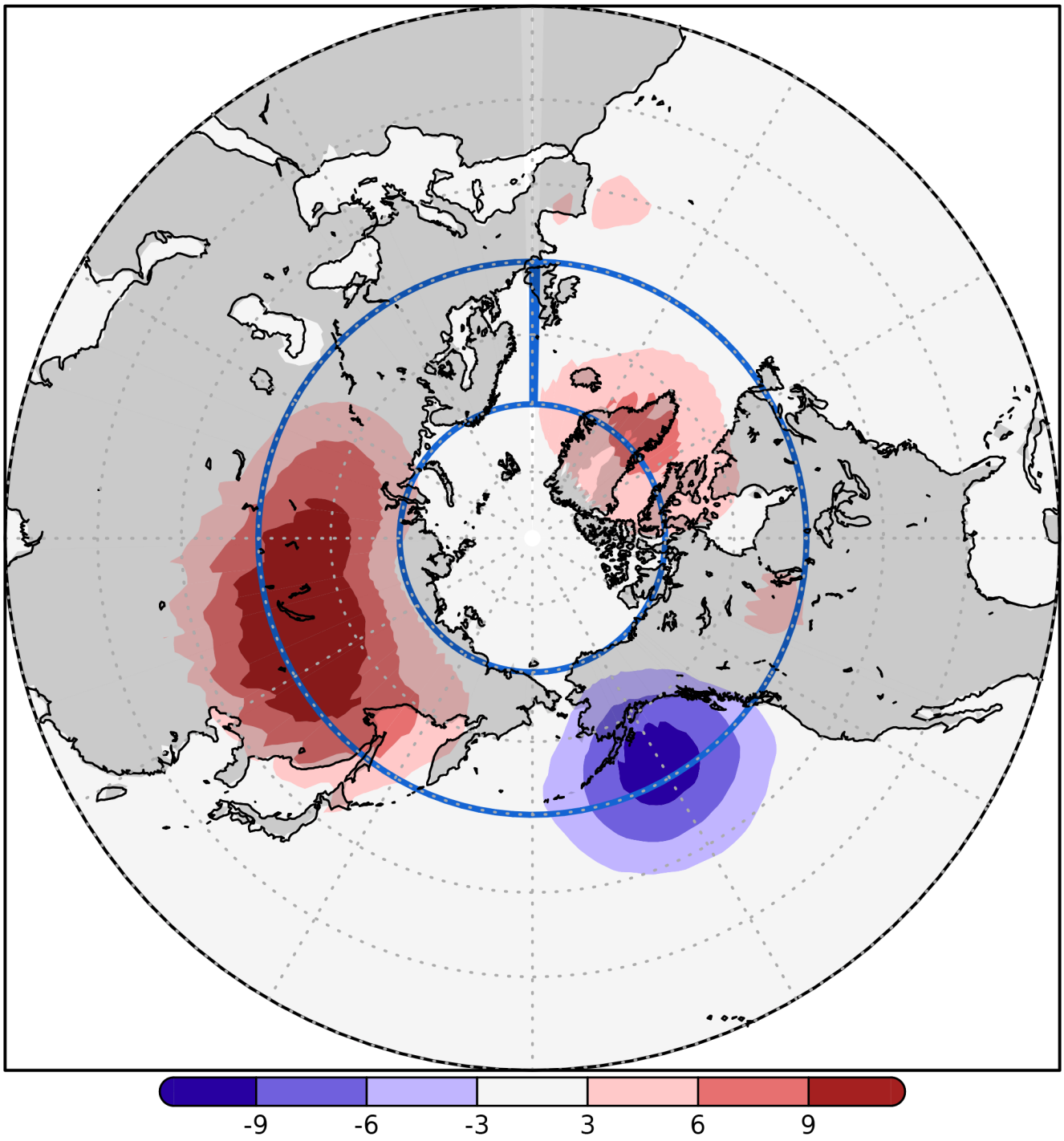
成層圏の強い西風（極夜ジェット）は，風速が10～12月後半に増加する．しかし，日平均データで見ると11月後半に一時的に増加が止まることが明らかとなった．この現象を本研究では季節進行の「停滞」と呼ぶ．本研究は気候値の極夜ジェットの11月後半における季節進行の停滞を力学的な視点から調べ，その要因を探ることを目的とする．

極夜ジェットの停滞は対流圏からのロスビー波伝播の急増と関連していた．この上向き伝播はシベリア域の低気圧偏差の強化に付随して発生した．低気圧偏差の強化には海陸の熱的コントラストが寄与する可能性を示唆した．

キーワード：成層圏、ロスビー波、海陸コントラスト、季節進行
Keywords: Stratosphere, Rossby wave, Land–sea heating contrast, Seasonal evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deviation of WAFz100 (16 NOV–30 NOV)



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3]
*Koji Yamazaki[1], Yoshihiro Tachibana[2], Masayo Ogi[1], Tetsu Nakamura[1], Kazuhiro Oshima[3]

1. 北海道大学、2. 三重大学、3. 環境科学技術研究所
1. Hokkaido University, 2. Mie University, 3. Institute of Environmental Sciences

The summer Northern Annular Mode (NAM) and the winter North Atlantic Oscillation (NAO)/winter NAM have a positive correlation from the mid-1960s to the 1980s. Namely, when the winter NAO/NAM is in a positive phase, the following summer NAM tended to be a positive phase. During the period from the mid-1960s to 1980s, the NAO/NAM signals extended to the stratosphere in winter. Also, lower tropospheric warm anomaly over northern Eurasia in winter associated with the positive phase of NAO/NAM continued to spring. In summer, the annular anomalies in the temperature and 500-hPa height fields appeared and high-latitude westerly was enhanced following the winter positive NAO/NAM. However, after circa 1990, the seasonal linkage was broken, i.e., the winter-to-summer correlation became insignificant. The stratospheric signal in the winter NAO/NAM became weak and summer signals associated with the winter NAO/NAM almost disappeared. Seasonal evolutions of atmospheric circulation and sea surface temperature (SST) anomalies associated with the winter NAO are examined for early good linkage period and recent poor linkage period. We discuss the possible causes of the linkage breakdown such as stratospheric ozone, North Atlantic SST, and Atlantic multidecadal oscillation, besides chaotic internal variability in the climate system. Simulations with the Community Earth System model suggest that the ocean and/or sea ice with inter-seasonal memories possibly cause the linkage, besides large internal variability through which the linkage can take place by chance.

キーワード：北大西洋振動、北極振動、大西洋数十年規模振動、オゾン破壊、北極海の海氷
Keywords: North Atlantic Oscillation, Arctic Oscillation, Atlantic Multidecadal Oscillation, Ozone depletion, Arctic sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

Did an Arctic sea-ice hole cause hemispheric extreme cold winter in 2017/18?

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1]
*Keisuke Ota[1], Yoshihiro Tachibana[1], Kensuke K. Komatsu[1], Alexeev A. Vladimir[2], Cai Lei[2], Yuta Ando[1]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. アラスカ大学
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

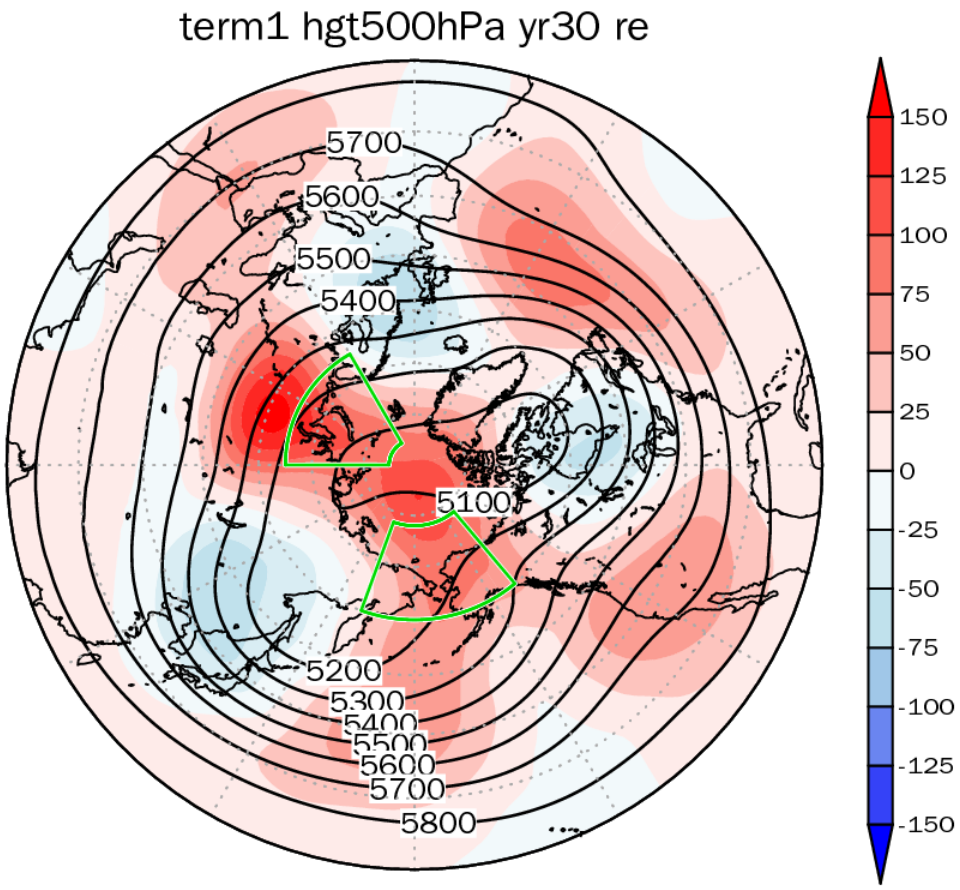
2017/18年冬季は日本全体で平年よりも気温が低く，冬季を通じて気温の負偏差が続く冬となった．特に西日本の平均気温平年差は-1.2℃で，1986/87 年冬季以降の32年間では最も寒い冬となった．2017/18年冬季は北極上空の過去最高値の高気圧偏差を中心とした中高緯度大気循環場が冬季を通じて持続した異常な事例であった．

一方，バレンツ・カラ海と同じく北極海の太平洋側に位置するチャクチ海の海氷は過去最低値を記録した．チャクチ海の異常な海氷減少と2017/18年の寒冬をもたらした異常な大気場との関係の考察は，2017/18年の事例を理解する上で重要であると考えられる．

以上のことから，本研究では寒冬をもたらした2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環について，初冬の異常なチャクチ海海氷減少がもたらす影響について考察することを目的とする．

キーワード：チャクチ海、海氷
Keywords: Chukchi Sea, Sea-ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 荣[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7]
*Tomoki Morozumi[1,2], Shihong Zhong[1], Ryo Shingubara[5,1], Shunsuke Tei[2], Shinya Takano[1], Rong Fan[1,2], Yumiko Miyamoto[2], Ruslan Shakhmatov[1], Shin Nagai[3], Hideki Kobayashi[3], Rikie Suzuki[3], Trofim C Maximov[4,6], Atsuko Sugimoto[2,7]

1. 北海道大学大学院　環境科学院、2. 北海道大学　北極域研究センター、3. 海洋研究開発機構、4. 寒冷圏生物学問題研究所、5. 名古屋大学大学院 環境学研究科、6. 北東連邦大学、7. 北海道大学　国際連携研究教育局
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 5. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 6. North Eastern Federal University, 7. Station for Arctic Research, Global Institution for Collaborative Research and Education, Hokkaido University

In June-July 2017, unusual extensive (~10000 km^2) and long-time (~2 months) river floods were observed at coastal lowlands in northeastern Siberia. We focused on vegetation covered with dwarf shrub, sparse larch and polygonal wetlands, which were affected by the extreme flooding. We investigated plant species composition and in-situ phenology at site, and clarify the vegetation change after the flood in Indigirka river lowland, eastern Siberia (70°N, 148°E) for 2009-2018 July summer. We also recorded timing of leaf opening (greening) after flooding by digital time-lapse camera (GardenWatchCam, Brinno), and visible-near-infrared band satellite images (Landsat 8 OLI, USGS). In the field, forbs and graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia* as indicator of disturbance in arctic tundra) were increased among plots after the flood. On the other hand, dwarf shrubs (i.e. *Vaccinium vitis-idaea*) and moss species (i.e. *Hylocomium splendens*) were declined. The timing of leaf opening was delayed in the field. Fraction of leaf coverage per plot surface area were estimated from photo images. Leaf coverage on shrub were significantly smaller in 2017 summer (5.6%) than those in 2012-2016 (37%) in the plots (n=3, $p < 0.005$). Satellite images also supported that the greening of vegetation was delayed, and vegetation cover was declined in the region in 2017. Damaged moss cover and organic layers were remained to be exposed mud / bare soil in August 2018 (1 year after flood). However, leaf covers were even increased in some sedge-wetland plots, because of the increased growth of graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia*), forbs and sedges. Replacing to more graminoid might affect carbon and energy balances, and even might triggering permafrost thaw in some parts. Therefore, process changing and recovering from flood should be monitored in temporary and spatially multiscale.

キーワード：植生、環境モニタリング、葉面積、洪水、ツンドラ
Keywords: Vegetation, Environmental monitoring, Leaf Area, Flood, Tundra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6]
*Shunsuke Tei[1], Tomoki Morozumi[2], Shin Nagai[3], Shinya Takano[2], Atsuko Sugimoto[1], Ryo Shingubara[4], RONG FAN[2], Alexander Fedorov[5], Trofim Maximov[6]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 海洋開発研究機構、4. 名古屋大学大学院環境学研究科、5. メルニコフ永久凍土研究所、6. 北東連邦大学
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology, 4. Graduate School of Environmental studies, Nagoya University, 5. Melnikov Permafrost Institute, 6. North-Eastern Federal University

Flooding is one of the greatest disasters that produce strong effects on the ecosystem and livelihoods of local population. It is expected that the flood frequency will increase globally making its risk assessment an urgent issue. In spring - summer (June - July) 2017, an extreme flooding occurred in the Indigirka River lowland of Northeastern Siberia that covered a large area with water. In this study, the extent and cause of the flooding were determined using the results of field observations, satellite images, and climate re-analysis datasets, and its possible effects on the ecosystem were discussed. It was found that the flooding covered a significant lowland area equal to about 9530 km^2 and that the rise in the relative Indigirka River water level with respect to the average value determined for the period of nine years spanning from 2009 to 2017 amounted to about 350 cm. The largest annual maximum snow depth (snow water equivalent: SWE) in the lowland was observed in 2017 over the same period (2009-2017), and the surface of the lower reach of the lowland was partially covered with snow even in the end of June due to the extreme snowfall that occurred in fall - winter 2016. The climate re-analysis dataset obtained for temporal-spatial variations in SWE, snowmelt, and runoff over the lowland during 2015-2017 revealed that a large amount of snow-melted water had flown into the river system in June 2017, resulting in the extreme flooding. The latter also waterlogged most trees over the lowland, which caused serious ecosystem devastation and changes in the material cycling in the studied region.

キーワード：異常洪水、インディギルカ川流域、北東シベリア、物質循環、河川水位、降雪
Keywords: extreme flooding, Indigirka River lowland, Northeastern Siberia, material cycling, water level, snowfall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2]
*Masahiro Hosaka[1], Hiroshi Ishimoto[1], Tomonori Tanikawa[1], Masashi Niwano[1], Kouji Adachi[1], Naga Oshima[1], Mizuo Kajino[1], Taichu Y Tanaka[1], Sumito Matoba[2]

1. 気象研究所、2. 北海道大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Hokkaido University

The cryosphere is one of the most vulnerable regions to climate change. Snow/ice rapidly melts in the Arctic region under global warming. The light absorbing aerosols (black carbon and mineral dust) contribute to it by absorbing solar radiation and heating the atmosphere, and the deposition of these aerosols reduces the snow/ice surface albedo. In addition, snow grain size tends to increase in the warmer environment, which further reduces snow surface albedo. Therefore, we started the project, entitled "Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow ice (FY2017-2021)", which is supported by Ministry of the Environment.

In this research project, we will monitor the snow impurities originating from the light absorbing aerosols, the snow grain size, and the related surface albedo variations. These are to be accomplished by ground-based measurements and satellite remote sensing with special focuses on East Asia, one of the major sources of the light absorbing aerosols, and the Arctic region most affected by them. Field observation of weather, radiation and snowpack in Japan and the Arctic regions will be continued to create longer datasets while observation sites are added. We will implement new measurements and devices for analysis. The results of the observation measured in more detail will be utilized to improve the process models as well as the remote sensing algorithm. Such improvements should allow us to create longer-term datasets (i.e., shape advancement of snow particle and snow impurity particle) by remote sensing over the entire Northern Hemisphere.

The numerical models should allow us to assess the impact of physical processes described above on global warming. We will improve the MRI-ESM (Meteorological Research Institute - Earth System Model) and a new model NHM-Chem-SMAP which is a regional atmospheric model that incorporates chemical processes and snow physical processes. We will also investigate the dynamics and the radiation absorption of light absorbing aerosols and the influence of its deposition and snow grain size on albedo.

This research project is composed of three sub-projects. The results of them in FY 2017 are the followings:

(1) Monitoring by ground-based observation measurements: We continued observation of the weather, radiation and snowpack in winter at three stations in Japan. In addition to the continuous observation of weather and radiation by the automatic weather station (AWS; Automatic Weather Station), periodic snow pit observation with snow sampling was performed. Snow impurity concentration was measured by analysis of the snow samples. We visited Qaanaaq in northwest Greenland and Ny-Alesund in the Arctic Ocean. In addition to continuously obtaining valuable observation data with maintenance, we started the sampling of aerosol in the Arctic atmosphere and carried out the observation of sea ice albedo. By introducing a sublimation device, we developed a method to directly observe and analyze snow impurities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

in snow samples with a microscope without melting snow. The results will be used for the improvement of the remote sensing algorithm.

(2) Monitoring by satellite remote sensing: Shape of real snow particles and their scattering characteristics were investigated. It was confirmed that they were consistent with those of virtual particles used for the algorithm. Using Himawari 8 with high temporal-spatial resolution, we developed an algorithm to improve the detection method of snow cover and sea ice. Therefore, high accuracy monitoring in the East Asian region including Japan became possible.

(3) Evaluation by numerical models: We improved the MRI-ESM results including the black carbon representation. The radiation effects were also investigated. We also improved the aerosol expression of NHM-Chem and investigated its effect. We also succeeded in coupling NHM-Chem with SMAP, so that we can now proceed with our research using this coupled model.

キーワード：光吸収性エーロゾル、積雪粒径、積雪アルベド、現地観測、衛星リモートセンシング、気候モデル
Keywords: light absorbing aerosols, snow grain size, snow albedo, in situ observations, remote sensing, climate model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3]
*Keiko Konya[1], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Shad O'neel[2], Martin Truffer[3]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2. USGS、3. University of Alaska, Fairbanks
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. USGS, 3. University of Alaska, Fairbanks

Black Carbon (BC) on snow reduces albedo lower and accelerates ablation. The Arctic demonstrates susceptibility to albedo feedbacks from non-local sources. We have estimated BC mass concentrations in snow from glacier surfaces (0-2 cm depth) and at subsurface (2-10 cm depth) in the Alaska range.

During April 2017, snow sampling was conducted on Gulkana, Black Rapids and Jarvis glaciers, which are all located within 50 km of each other. Between one and four sampling sites were selected at each glacier, at approximately 1500 m elevations. BC mass concentrations and particle size distributions was measured with a Single Particle Soot Photometer (SP2).

Measured BC mass concentrations are similar but less than previous studies. The mean value was about 6 μg/L and size distribution shows two modes around 0.3 and 0.7 μm. We have also measured the number of all aerosols by coulter counter and revealed that BC particles are about 1% of all aerosols.

We compared our measurements results to simulated BC deposition using the Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem). The simulated BC mass concentration agreed well with observed. We also reveaed by model result that contribution rate of biomass burning in Siberia was about 25 %. We will also estimate increase of surface melt rate caused by BC deposition.

キーワード：black carbon、snow、glacier、Arctic、Alaska、aerosol
Keywords: black carbon, snow, glacier, Arctic, Alaska, aerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]
*Hisatomo Waga[1], Toru Hirawake[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Phytoplankton blooms in the Pacific Arctic Region (PAR) has been characterized as a huge single bloom in spring when light availability is high, the mixed layer is shallow and nutrients are abundant due to winter deep mixing. However, several studies have reported that recent increases in occurrence of a relatively small but evident second bloom in fall when light availability is still relatively high and storm-driven mixing replenishes nutrients in the upper well-lit layer. Here we explored interannual variations in phytoplankton phenology in PAR by focusing on biomass and size structure of phytoplankton community based on satellite data. In this study, phenology of phytoplankton community was divided into three types based on time-series chlorophyll-*a* (chl*a*) variations using a nonlinear least squares optimization function: fall bloom (FB), flat high (FH), and flat low (FL). The simple model for FH and FL was a straight line with slope 0, and FH and FL are divided by the chl*a* threshold of 2.5 mg m^{-3}. The complex parameterization of the time-series chl*a* variation for FB was a Gaussian model superimposed over a background concentration of phytoplankton. During our study period of 2003–2017, FB was dominant in the middle (65–67 ˚N) and southern PAR (62–65 ˚N), and accounted for 49.1 and 66.8%, respectively. On the other hand, FL was dominant and accounted for 45.9% in the northern PAR (67–70 ˚N). The proportions of FB and FL showed significant ($p < 0.05$) increasing and decreasing trends in northern PAR (67–70 ˚N), whereas both middle and southern PAR didn’ t show any significant trend for temporal variations in these proportions. In addition, the amplitudes of FB in northern and southern PAR exhibited increasing and decreasing trends, respectively. When we compared the phytoplankton size structure during each phenology, the largest phytoplankton size structure was found in FH, followed by FB and then FL. Moreover, higher amplitude was consisted by larger phytoplankton size structure, suggesting the phytoplankton size structure during the bloom period directly influenced on the amplitude of FB. Since the phytoplankton size structure determines the sinking rate of phytoplankton, these results indicate that benthic organisms in northern and southern PAR would receive more and less fresh phytoplankton during fall. Our findings suggest that the spatiotemporal monitoring of phytoplankton community not only in spring bloom period but also after the period is important for understanding of variations in PAR, because even small changes in the phytoplankton community would have cascading effects on the higher trophic levels via the short and efficient energy pathways in this region. Overall, satellite monitoring of phytoplankton community could improve our understanding about processes of marine ecosystem variations which occurred and/or would occur in PAR.

キーワード：北極、衛星、植物プランクトン
Keywords: Arctic, Satellite, Phytoplankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2]
*Jonaotaro Onodera[1,2], EIJI WATANABE[2], Naomi Harada[1,2]

1. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2. 海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター
1. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 2. Institute of Arctic Climate and Environment Change Research, JAMSTEC

Under the changing hydrographic condition of Arctic Ocean, production, species composition and the phenology of phytoplankton and ice-algae assemblages has been influenced. In order to observe the relationship between changing environmental condition and siliceous phytoplankton (diatoms and silicoflagellates), settling particle samples obtained by bottom tethered moorings with sediment trap were studied in the southern Chukchi Borderland and the southwestern Canada Basin from October 2010 to September 2014 and from September 2015 to September 2017, respectively. Settling flux of diatom valves increased in summer and occasional events of shelf matter advection. Settling flux of ice algae was relatively abundant around late July-early August probably reflecting seasonal sea-ice retreat. However, ice algae and planktic diatoms did not increase in summer 2012 when oligotrophic sea-surface water covered around the mooring station. Settling fluxes of silicoflagellate skeleton increased in July (with high dominance of Stephanocha speculum commonly observed in cold waters) and November-January (with S. medianoctisol which is relatively abundant in polar ocean with sea-ice).

キーワード：北極海、沈降粒子、珪藻、珪質鞭毛藻
Keywords: Arctic Ocean, Settling particles, Diatom, Silicoflagellate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2]
*NAOYA KANNA[1], Shin Sugiyama[2], Takuto Ando[1], Izumi Asaji[3,2], Yoshiki Fujishi[3,2], Jun Nishioka[2]

1. 北海道大学北極域研究センター、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 北海道大学環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

The Greenland Ice Sheet drains freshwater into the ocean through land- and marine-terminating glaciers. Runoff from land-terminating glaciers is assumed to be iron (Fe) and silicate source to the ocean. However, influence of discharge from marine-terminating glaciers on Fe or macronutrient enrichment is poorly understood due to the difficulty of oceanographic observations in a proglacial fjord. Here we present Fe and macronutrient dataset obtained in Inglefield Gulf region of northwestern Greenland, which is fed by ~10 marine-terminating glaciers.

In the summers of 2016-18, we collected meltwater samples on Bowdoin Glacier, one of marine-terminating glaciers feeding Inglefield Gulf. Seawater was sampled in Inglefield Gulf with acid-cleaned Teflon-coated Niskin-X samplers and a Teflon coating messenger suspended on a Kevlar wire. Dissolved Fe (DFe, passes 0.2 μm acid-cleaned filters) in the seawater samplers was pre-concentrated using NOBIAS Chelate PA-1 resin (Hitachi High-Tech. Corp.). The DFe in the seawater and the glacial meltwater were analyzed with and without pre-concentration on a Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer (Hitachi High-Tech. Corp.). Macronutrient in these water samplers was analyzed using an auto-analyzer (QuAAtro, BL TEC Inc.) with a continuous flow system.
Near the terminus of three marine-terminating glaciers (Melvill, Sharp, and Hart Glaciers), relatively cold (1~2˚C) and fresh (as low as 28) waters were distributed in the upper 50 m. We deduce that the water masses in the upper 50 m have been modified by interaction with these glaciers, as previously reported. The DFe in the glacially modified waters ranged from 1.5 to 4.3 nmol/kg. On the Bowdoin Glacier, DFe in the meltwater ranged from 15.6 to 636 nmol/kg, with an average of 197 ±179 nmol/kg (n = 13). The glacial meltwater was significantly enriched in DFe, and thus discharge from marine-terminating glaciers is a potentially important DFe source of the glacially modified waters. The DFe:nitrate (NO_3^-) ratios in the glacially modified waters varied from 0.7 to 147 mmol/mol, which were notably higher than phytoplankton cellular Fe:N ratios (~0.02 mmol/mol, Sunda and Huntsman, 1995). This suggests that phytoplankton in the glacially modified waters were under Fe replete conditions in Inglefield Gulf.

キーワード：グリーンランド、海洋性溢流氷河、栄養塩、鉄
Keywords: Greenland, Marine-terminating glacier, Nutrient, Iron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性
Paleoenvironmental reconstruction from sediments of Bowdoin fjord, northwestern Greenland

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3]
*Takuto Ando[1], NAOYA KANNA[1], Izumi Asaji[2,3], Yoshiki Fujishi[2,3], Shin Sugiyama[1,2,3]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学 低温科学研究所、3. 北海道大学大学院　地球環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

北極域における気温変動の増幅効果が指摘されるなか，温暖化に伴うグリーンランド氷床の融解と海氷の縮小が注目されている。グリーランド北部の氷河の多くは，末端が海洋と接するカービング氷河であり，その変動の履歴を復元することは，今後の気候変動に対する氷床の応答を予測する上で重要である。カービング氷河末端周辺の海洋は，冬季には海氷に覆われ，夏季の氷床融解に伴って湧昇が発生するため，季節変化が明瞭である。特に夏季の湧昇時には氷河性堆積物が巻き上げられて懸濁すると同時に，海洋表層へと栄養塩が供給されるため，氷河末端周辺で生物生産が増大する。近年になって，現在の氷河末端の海洋環境が明らかになってきた。しかし，将来予測をする上では，過去における気候変動に対する海洋環境や堆積環境の応答を理解する必要がある。北極域では古気候アーカイブとして湖底堆積物やアイスコアを用いた環境復元が多く行われているが，直接的にフィヨルド堆積物を用いた研究はそれらに比べると少ない。本発表では，グリーンランド北西部Bowdoinフィヨルドで2018年7月に採取した表層堆積物と堆積物コア試料についての紹介と堆積プロセスや海洋生態系に関する予察的な研究成果を報告する。

キーワード：グリーンランド、氷河性堆積物、バイオマーカー、有機質微化石、海洋基礎生産者、堆積物コア
Keywords: Greenland, glacial sediment, biomarker, palynomorph, primary producer, sediment core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2]
*Yoshimasa Matsumura[1], Naoya Kanna[2], Shin Sugiyama[3,2]

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 北海道大学 北極域研究センター、3. 北海道大学 低温科学研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

To investigate the behavior of subglacier discharge of meltwater and its impact on the oceanic environment in Greenland fjords, large-eddy simulations of upwelling meltwater plume were performed using a three-dimensional non-hydrostatic ocean model.

The model setup was idealized based on in-situ measurements at the glacier front in the Bowdoin fjold, northwestern Greenland. The model resolution was 2.0 m horizontally and vertically and the time step interval was less than 0.1 second, which were sufficiently fine to capture the turbulent nature of upwelling plume and its high frequency disturbance recorded in the in-situ data.

The buoyancy supply caused by the underwater discharge of fresh meltwater induced immediate and strong upwelling, then the plume reached the surface with vertical momentum that radially pushed out the surface water and clearly formed semicircular structure of ~200 m adjoined to the glacier front, which was visualized by high turbidity in reality.
Since the turbulent plume entrains the saline and nutrient-rich water of Atlantic origin below thermocline, the underwater meltwater discharge acts as a pump for providing nutrients to the photic layer, that may support primary production and ecosystem in the fjold.

In the presentation, we will introduce results of sensitivity experiments with different shapes of glacier front cavity and discharge conduit, and quantitative comparison with in-situ observations will be discussed.

キーワード：氷河融解水プルーム、large-eddy simulation
Keywords: meltwater discharge, large-eddy simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2˚C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1]
*Takahiro Toyoda[1], Teruo Aoki[1,2], Masashi Niwano[1], Tomonori Tanikawa[1], Shogo Urakawa[1], Hiroyuki Tsujino[1], Hideyuki Nakano[1], Kei Sakamoto[1], Nariaki Hirose[1], Goro Yamanaka[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Based on detailed field observations, we conducted global ocean simulation experiments with modification of starting temperature for surface melting effect from −1˚C to −2˚C in the snow/ice albedo parameterization. An ensemble mean field of five experiments with the modified parameterization starting from December 1989–January 1990 were compared with the original experiment. Significance of the impact of the modification was evaluated by using the ensemble spread, which measures the internal variability.

In the Arctic Ocean, the mean albedo was reduced by up to 0.015 in June–July by the modification of the parameterization (i.e. lower albedo in the ensemble mean of the modified experiements than in the original experiment), which resulted comparably from both direct effect of the modification and indirect effect via changes of the snow and ice distributions by the albedo reduction. Snow thickness on the sea ice was reduced by up to 1.5 cm in June–July but afterward impact of the modification was diminished as the snow mostly melted away. Impact of the modification on the sea ice firstly appeared in the rim regions of the snow cover with the bare ice fraction extended and, in August–September, ice thickness decreases by 1.5 cm were achieved over most of the Arctic Ocean. On the other hand, ice thickness increases were seen in some marginal ice zones, which were attributed to reduced ocean surface circulation, such as in the Beaufort Gyre, resulting from reduced surface stresses with reduced ice cover.

In the Southern Ocean, the albedo reduction by up to 0.015 in December–January resulted from comparable contributions of the direct effect of the modification of the parameterization and the indirect effect via the snow thickness decrease, as in the Arctic Ocean. In contrast to the Arctic Ocean, the decrease impact of the snow thickness by up to 2.5 cm in the Weddell Sea partly remained through year. In addition, increases of the ice thickness were widely distributed in December–January. A detailed analysis revealed that the warming effect of the albedo reduction by the modification enhanced the reduction of the sea ice concentration, in particular that of thinner ice, which weakened the ice pressure and enhanced thicker ice formation via the rheology, leading to the increases of the ice thickness. Note that thicker ice is less affected by thermodynamical melting effect than thinner ice. This thickening impact of the sea ice remained through year in the Weddell Sea. These changes by the modification of the parameterization were robust compared with the ensemble spread.

Although the above experiments and results might be rather preliminary, we believe that our demonstration of the potential impact of the new observational insight on ocean general circulation model simulations would be of value for further enhancing both observation and modelling/prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

activities and their collaborative study.

キーワード：アルベド、海洋大循環モデル、北極海、南大洋、海氷モデル
Keywords: snow/ice albedo, OGCM, Arctic Ocean, Southern Ocean, sea ice model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

自然と人間が織りなす多様な環境の中に内在し、時に顕在化する災害リスクを、自然科学、人文・社会科学等の視点から多角的に検証する。東日本大震災で明らかになった災害予測の不確実性や低頻度巨大災害の問題や、ハザードマップの作成・利用法の改善、環境変動・社会変容や持続性を考慮した復興計画・国土計画、防災に関する国際協力、活断層や液状化の諸問題、地域特性に応じた減災計画、防災支援の技術開発、防災教育など、総合的に議論する。

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

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

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

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

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] **EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS**

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction –GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, Gust, Maximum WInd Speed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction – GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

Woo-Sik Jung, Hana Na

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: WRF, Typhoon, SST

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

Woo-Sik Jung, Hana Na

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1], CHIH-HSUAN LIU[1], CHING HUNG[1]

1. National Cheng Kung University

Mechanically stabilized earth (MSE) walls have been used widely to prevent slopes from natural disasters around the world. The typical vertical spacing of geosynthetic reinforcement used in the practical MSE wall may cause high reinforcement connection strength and lead to wall-facing bulging. Previous studies show that installing short (secondary) reinforcement layers in-between primary reinforcement layers could mitigate these problems by reducing wall facing deflection and primary reinforcement strains, increasing the wall internal stability, alleviating down-drag forces behind the wall facing, and so on. Although the performance of the secondary reinforcement has been widely examined, its controlling factors (i.e., length, spacing, distribution) on the behavior of MSE wall are scarcely studied. In this study, a finite element approach was validated via a benchmark field case and was applied to understand the effect of the controlling factors on the behavior of MSE wall as well as giving a guidance on the design of MSE wall with secondary reinforcement.

Keywords: retaining structure, MSE wall, controlling factors, secondary reinforcement, finite element

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS

*Minghsien Wu[1], Yingkuan Tsai[1], Chien-Hsien Liu[1], Pang-Ting Pai[1], Feng-Cheng Yang[1], Chun-Chia Huang[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology National Defense University

Global terrorism is on the rise as the number of attacks soared, puts the world under the threat of car bomb, suicide bomb and so forth, and causes a huge amount of loss of life and property. Current buildings and infrastructures are mostly constructed using reinforced concrete, due to the brittleness of concrete material, when a structure subjected to blast loadings, the phenomena such as cracking and spalling at the proximal face of the target, and the ejection of fragments from the distal face of the loaded surface can be observed. These types of damage or failure could severely harm to the structural stability and the safety of people and equipment inside the building. Thus, the blast resistance of buildings has become an important issue in structural design and evaluation. Considering the high tensile strength and excellent impact resistance of polyurea materials, it is expected that the blast performance of a reinforced concrete element can be enhanced by coating this material onto its surface.

The purpose of this study is to investigate the blast performance of the polyurea coating on reinforced concrete slabs by conducting a series of filed explosion tests. The size of the specimen is 50cm×50cm×15cm. Four pieces of RC slabs were tested: RC slab without coating, RC slabs with coating on the front face, coating on the back face, and coating on the both faces. The thickness of coating is 3 mm. The specimens were fixed on a steel frame and detonated at the center of the test surface with a size of 5cm×5cm×2.5cm of 100g C4 rectangular explosive. The size and depth of the damage area on the front and back of the RC slabs were measured and evaluated by developing 3D models with point clouds from photographs.

The results show that when the unreinforced RC slabs is subjected to contact explosion, cratering will occur on the front side of the specimen and spalling will occur on the back side of the specimen; and when the RC slabs is coated on the front side of the specimen, the polyurea reinforcing layer at the contact explosion site is destroyed, but the damage degree were reduced; and in the case of the back-explosive surface reinforcement, the damage range of the cratering is also reduced, and the polyurea coated with the back-explosive surface has no crack, damage and blow-through. When the coating layer is removed, the back surface of the test piece is observed, and only cracks are generated but no obvious spalling. It is obvious that polyurea produces good adhesion due to its material properties and tightly constrains the fragments. Therefore, it has been shown by experiments that the use of polyurea elastic coatings to reinforce the explosion surface or the back explosion surface of the RC slabs can enhance the explosion-proof capability and reduce or protect from spalling, thereby achieving the purpose of protecting the internal life and property of the building. It is known from this test that the polyurea coating with a thickness of 3 mm can effectively and significantly reduce or avoid the occurrence of spalling when applied to the back surface of RC slabs.

Keywords: polyurea coatings, contact explosions, cratering, spalling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1]

1. Feng Chia University

The research focuses on using the flume experiments to observe the head-erosion phenomena caused by dam removal and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam after dam removal by using CCHE2D model. The research area is in the Landaw river watershed in Huisun National Forest Area in the Central Taiwan. Two silts of silt dam build in the Landaw river had been lowered down 2.5 m height to release the deposited sediment to transport to downstream in 2013, and the research proceeded long term observation of the head-erosion in the upstream of the silt dam by using UAV and field investigation.
The research proceeded the flume experiments to simulate the sediment transport from the upstream of the dam and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam by using CCHE2D model after dam removal. The control factors in the flume experiments are the sediment size, the discharge, the channel slope, and the removal area of check dams. The sediment size settings in this research include totally 0.9 mm, half 0.9 mm and half 0.5 mm, and totally 0.5mm, while the discharge settings include 3.4, 83.0, and 102.6 cubic centimeter per second. The channel slope settings include 4.4, 8.7 and 13 degree. The research records the sediment yield volume, the geomorphologic changes and the knickpoints evolution in the longitudinal sections after removing different area of dams in 27 flume experiments. Based on the dominant factors for the bank erosion scouring, 27 flume experiments can be classified into 3 types, including infiltration-dominated bank erosion experiments, surface runoff-dominated bank erosion experiments, and infiltration and surface runoff co-exist bank erosion experiments.
Furthermore, the research also uses CCHE2D model to simulate the sediment transport after the dam removal process of the silt dam in the upstream of Landaw river watershed. The research uses the river discharge in the day with the maximum 24 hours accumulated rainfall from 2015 to 2018, and the original DSMs in 2010, 2016, 2018 as the topographic models to simulate the scouring process in the upstream of the silt dam after dam removal. The research also proceeded the field investigation to verify the simulation result.
The accumulated rainfall setting for the simulation of CCHE2D model is 585 mm in 24 hours, and this is the accumulated rainfall with return period years of 50 year in the Landaw river watershed. Based on the simulation result by using CCHE2D model with the accumulated rainfall of 585 mm in 24 hours, the elevation of main river has been lowered down 5.4 m, and the maximum width of the head-erosion in the upstream od the silt dam is around 5.24 m. The total erosion sediment volume is estimated as 1370 cubic meter. The slope in the longitudinal profile along the main river can be classified into two sections. The slope from the silt dam to 23 m upward in the upstream is estimated as 0.31, while that from the 23 m upward in the upstream to the 200 m upward in the upstream is estimated as 0.151. This means that the knickpoint is in the 23 m upward in the upstream of the silt dam. The result will be the basis for developing the assessment model for assess the feasibility of dam removal in the rivers.

Keywords: Dam Removal, CCHE-2D, sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化
Examination and systematization of predispositions to floods in the Heavy Rain in July 2018

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2]
*Kanako Kimura[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo

はじめに

外水氾濫の素因に関しては，河川工学分野や地理・地形学分野における研究で言及されてきたが，その多くは氾濫と地形・地質との関係を自明のこととして扱う，あるいは補足的に解釈するにとどまる．

本研究は平成30年7月豪雨における外水氾濫を対象とした．近年では異例の発生数となったためである．地域としては，外水氾濫の集中した瀬戸内側の河川，中でも破堤地点が多くその位置情報が正確に把握されている高梁川水系小田川を選択した．本研究の目的は，①今回の氾濫についてのデータベースを作成すること，②素因を空間スケールごとに，人為の影響もふまえつつ考察すること，③水害リスク評価の高精度化に寄与する知見を得ること，である．

地域概要と手法

平成30年7月豪雨は，2018年6月28日～7月8日に主に西日本で発生した記録的な大雨である．この豪雨による外水・内水氾濫や土砂災害で甚大な人的・人家被害が出た．

中国地方には侵食小起伏面という特徴的な地形が見られる．瀬戸内側の平野は沈降地域に中国山地から河川が流下して形成されたもので，河川上流域には深層風化花崗岩類が分布する．小田川は吉備高原に発し倉敷市で高梁川に合流する一級河川であり，高梁川より河床勾配が小さいこと，高梁川の小田川合流部の下流に狭窄区間があることにより洪水時には背水の影響を受ける．流域内で特に被害の大きかった真備町地区は，高度経済成長期から現在にかけてベッドタウン化していた．

日本地理学会災害対応委員会が，今回の豪雨による氾濫地点をマッピングしたものをWebで公開している（http://ajg-disaster.blogspot.com/）．そのマップに掲載されている氾濫地点（主に小田川）について河道特性を調査し，マトリクスにまとめた．また，小田川，高梁川，芦田川水系吉野川，賀茂川の破堤地点についてアナグリフによる空中写真判読を行い，破堤地形分類図を作成した．

小田川の河床縦断面図，および河床勾配，河道幅・低水路幅，堤外地最大水深の縦断変化グラフを作成した．前二者については移動平均による平滑化も行った．

結果・考察

破堤地点の多くが県の管理区間にあり，小田川支流での破堤地点の9/10地点は天井川化していた．県による整備が追いついていないことが推察される．マトリクス中の破堤2地点と，国土交通省社会資本整備審議会（2018）で報告された法崩れ5地点が樋門であった．樋門のある地点は破堤・法崩れのリスクが高い．微高地は氾濫に対し比較的安全とされてきたが，マトリクス中で最も破堤幅が大きく落堀が顕著であった2地点は微高地上にあることから，微高地における水害リスク評価を更新する必要がある．似た特徴を持つ破堤地点と非破堤地点の比較から，急な堤防傾斜が破堤に影響することも示唆された．

縦断方向の変化グラフからは，堰の下流で河床勾配が比較的大きい区間では氾濫が発生しにくく，その下流で河床勾配が緩やかになる区間では氾濫が発生しやすいことが示唆された．小田川の破堤地点の一つでは，堤防が周囲と比べて低くなっていることも明らかになった．

結論

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地点スケールでの素因として，樋門，天井川区間，堤防の低まりが挙げられる．微高地の安全性にも疑問が残る．区間スケールでは，河床勾配の比較的大きい堰の下流区間より，その下流にある河床勾配の緩くなる区間がハイリスクである．中でも，福原にある大屈曲外岸は氾濫が繰り返し発生している．また，水系・地域スケールでは，小田川と高梁川の河床勾配差に影響する侵食小起伏面を素因と捉えた．花崗岩類が広く分布するため中小河川の天井川化が起こりやすいということも挙げた．人為の影響については，国・県の整備が追いついていないことを示したが，浸水リスクが指摘されていた真備町地区がベッドタウン化していることから土地開発の問題も大きいと考えられる．

参考文献

泉田温人（2018），鬼怒川下流域におけるクレバススプレーの形成と微高地発達への寄与，東京大学新領域創成科学研究科自然環境学専攻修士論文

内田和子（2011），岡山県小田川流域における水害予防組合の活動，水利科学No.320，pp.40-55

太田陽子，成瀬敏郎，田中眞吾，岡田篤正（2004），日本の地形6　近畿・中国・四国，東京大学出版会

国土交通省社会資本整備審議会（2018），平成30年7月豪雨について，
http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/r-jigyouhyouka/dai11kai/pdf/5-1.shiryou.pdf

国土地理院防災地理課（2015），治水地形分類図解説書，
http://www.gsi.go.jp/common/000106990.pdf

山本晃一（1994），沖積河川学ー堆積環境の視点から，山海堂

キーワード：小田川、天井川、微高地、クレバス・スプレー、河床勾配
Keywords: the Oda River, raised bed river, alluvial ridge, crevasse splay, channel slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

	地点	種類	確かさ 海津ほか	直後写真	確かさ 総合	支流名	岸	河道植生	砂州	河床材料	河道幅 (m)	低水路幅 水面幅(m)	狭窄 (m)	/河道幅 (広)	堤防高 堤外地	堤防高 堤内地	横幅 堤内地	傾斜 堤内地
小田川	4	破堤	ほぼ正確	×	△	尾坂川	左	草（2014）	上216-85mに（2014）	砂	27	(7)	-	-	2.1	1.7	9	0.189
	5	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2007）	-	-	142	(30)	-	-	6.3	3.1	17	0.182
	6	破堤	ほぼ正確	×	△	-	右	～草（2014）	下15m左岸，固定化（2014）	砂	155	(35)	-	-	5.1	2.6	22	0.118
	7	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2014）	-	砂	180	(20-37)	100	0.42	5.7	2.5	13	0.192
	8	破堤	ほぼ正確	○	○	(水路)	左	-	-	-	5	2	-	-	1.3	1.8	9	0.200
	9	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草（～樹木）	両岸	砂	181	38-47	-	-	7.3	(山)	-	-
	10	破堤	不正確	○	○	大武谷川	右	～草	-	-	13	1-2	-	-	1.5-2.1	2.2	8	0.275
	11	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	左（内）岸に30m	砂	206	58	28	0.14	5.8	4.0	12	0.333
	12	破堤	ほぼ正確	○	○	真谷川	左	草（～樹木）	-	-	37	1-2	-	-	6.0	5.4	13	0.415
	13	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草～樹木	樹林化中州	砂	233	複数本	-	-	7.8	3.4	13	0.262
	14	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	右	草	-	-	13	7	-	-	1.5	4.0	14	0.286
	15	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	左	草	-	-	13	7	-	-	3.0	5.8	13	0.446
	16	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	樹林化中州	砂	217	複数本	-	-	8.2	6.0	18	0.333
	17	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	樹木	樹林化中州	砂	227	複数本	-	-	7.2	2.6	16	0.163
	18	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	12	1-2	-	-	1.6	-	-	-
	19	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	12	1-2	-	-	2.1	-	-	-
	20	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	30	1-2	6	0.20	5.1	6.5	18	0.361
	21	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	32	1-2	6	0.19	5.5	6.2	19	0.326
高梁川	1	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）に80m	砂	240	65	70（緩やか）	-	10.3	3.0	11	0.273
	2	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）	砂	190	80	同上	-	9.7	2.2	9	0.244
砂川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～樹木（2007）	右岸(2007)	砂	58	5	-	-	4.5	4.5	15	0.300
旭川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～（2007）	80m下から(2007)	粗砂～	175	116	80m下から54減	0.31	5.3	-	-	-
芦田川		破堤	不正確	○	○	吉野川	右	～草	-	-	9	0-1	-	-	0.3	1.9	8	0.238
賀茂川		破堤	不正確	○	○	-	右	～草	右岸に17m	砂	37	16	-	-	-	2.5	10	0.250

Fig. 1 A part of flood point matrix.

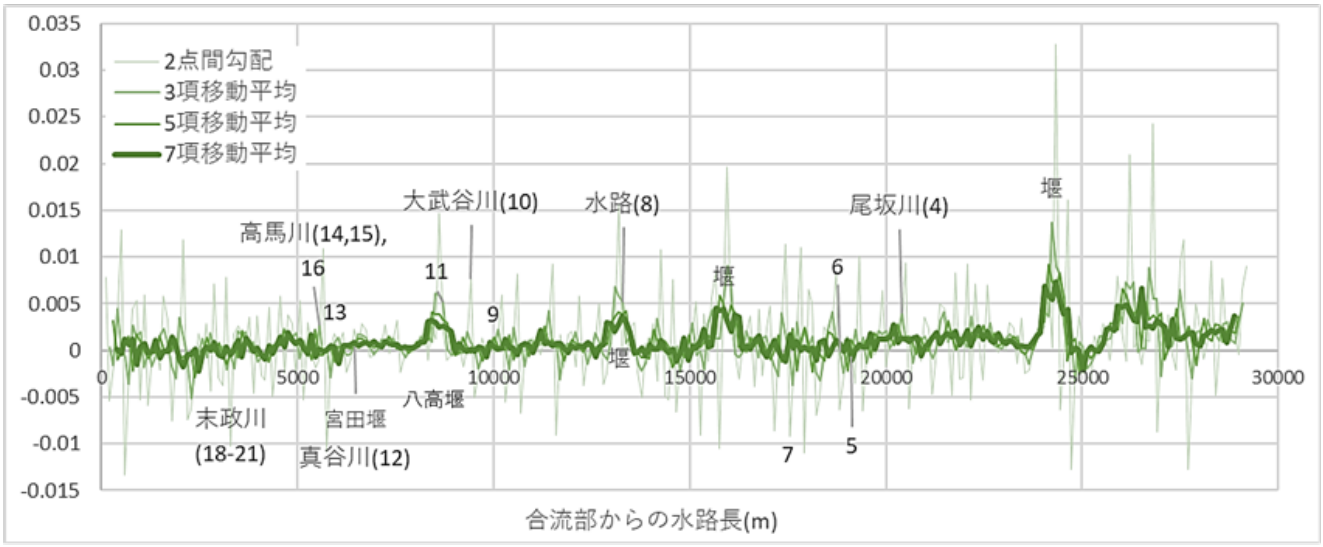


Fig. 2 The downstream change graph of the river bed slope.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

Expand various disaster risk information and sophisticate methods to disseminate on the Hazard Map Portal Site

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1]
*Takuya Ueshiba[1], Yumeka Fujii[1], Naoki Yoshimatsu[1], Noriyuki Takakuwa[1], Wataru Yamasaki[1], Jun Suwabe[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

I. Introduction
In June 2006, it was necessary to prepare the portal site about hazard maps which anyone can search on the internet, according to the policy established by Ministry of Land, Infrastructure Transport and Tourism. Geospatial Information Authority of Japan, in cooperation with Water and Disaster Management Bureau and so on, began to operate Hazard Map Portal Site since April 2007. This latest site has two main contents. One is Layered Hazard Map which enables users to layer various maps and disaster risks, and another is Published Hazard Map showing links to hazard maps made by each local government.

II. Questionnaire about Hazard Map Portal Site
A questionnaire was conducted in 2015 for 18 local governments and about 1,000 residents to figure out these things: how much they recognize and use it, needs, and to know the problems of this site. Various needs and requests were made clear, for example, the addition of the function displaying all disaster risk information by clicking map, implementation of browsing feature by mobile device, preparation of download page published data on this site, expanding the data about disaster risk information and evacuation facilities, making the data open for public on the Internet and machine-readable (hereinafter referred to “Open Data”) and so on.

III. Three activities
Three activities were carried out based on this questionnaire.
1. Improvement of function
Three functions were mainly added on this site. One is the function displaying multiple risks, which were inundation, landslide, sediment disaster and so on, at arbitrary point on Layered Hazard Map, another is the compatibility with smartphones which enable to access this site away from home, and the other is function of downloading list files of URL linking to Published Hazard Map.
2. Expanding Data
Designated Emergency Evacuation Area (flood from river, storm surges, tsunami, debris flow, steep slope failure / landslide, fire disasters), expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, expected inundation areas of tsunami, and landform classification of Fundamental Land Classification Survey were released.
3. Open Data
Raster tiles of expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, Landslide Prone Areas and dangerous site by sediment and landslide disaster was added to Open Data list. Furthermore, these raster tiles data started to be converted to vector tiles data and will be distributed as Open Data by June 2019.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IV. Future perspective
We carried out improvement of this site system, expansion data of disaster risk information and Open Date of raster tiles covered on Layered Hazard Map. Due to this effort, tasks revealed in 2015 questionnaire survey were solved and this site became more useful. This result led to further publicize disaster risk and contributed to raise awareness of disaster prevention.
In order to expand data and make the site more useful, various information including expected inundation area maps classified by duration time and expected inundation areas by reservoir break will be disclosed and more functions, for example 3D page of Layered Hazard Map, will be added.

キーワード：災害リスク、ハザードマップ、ウェブ地図、オープンデータ
Keywords: disaster risk, hazard map, web map, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討ー既知の活断層との関連性の考慮ー

A study on evaluation formulae of the principal fault in PFDHA- In consideration of a relevance to known active faults-

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1]
*Tsuyoshi Kanda[1], Makoto Takao[1], Toshimichi Kaneto[1], Takehisa Arakawa[1]

1. 東京電力ホールディングス株式会社
1. Tokyo Electoric Power Company Holdings, Inc

１．はじめに

高尾ら(2013)は，日本国内の地表地震断層のデータを基に確率論的断層変位ハザード解析（PFDHA）に必要な各種評価式を提案している．提案式のうち，地震の規模（M_w）と主断層が出現する確率（P_{1p}）との関係式，及びM_wと主断層の断層変位量（最大値MDおよび平均値AD）との関係式については，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震について，Youngsら(2003)と同様に区別していない．本検討では，高尾ら（2003）の評価式を提案する際に用いた107個の震源について，①と②を区別した上で評価式の再検討を実施した．

２．検討方法

次に示す手順で検討した．(a)上記107個の震源と既往の文献に記載のある既知の活断層のうち最も距離が近いものと因果関係があると仮定，(b)震源から当該活断層までの最短距離を算出（逆断層及び正断層：当該断層の傾斜を考慮した断層面までの最短距離，横ずれ断層：平面図上の最短距離），(c)震源と既知の活断層との関連性の有無を閾値（本検討では4km,6km,8km）で評価，(d)閾値以内のものを①とし，閾値を超えるものを②として区別，(e)震源メカニズムと当該活断層のメカニズム（タイプ）が矛盾する地震は②に区別，(f)①及び②のデータセットのそれぞれについて，MwとP_{1p}との関係式を最尤推定法に基づくロジスティック回帰式により同定，(g)①及び②のデータセットのうち地表地震断層の断層変位量が得られている16地震について，Mwと主断層の断層変位量との関係式を最小二乗法に基づき同定．なお，高尾ら(2013)に倣い切片を回帰した．

３．結果及び考察

P_{1p}のロジスティック回帰曲線を次に示す．$P_{1p}=e^z/(1+e^z)$，$z=a+bM_w$，閾値4kmの場合：①a=-33.652，b=5.168，②a=-31.068，b=4.751，閾値6kmの場合：①a=-39.781，b=6.148，②a=-24.515，b=3.688，閾値8kmの場合：①a=-42.321，b=6.558，②a=-20.912，b=3.102．①のデータに基づくP_{1p}は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際にいずれの閾値の場合においても，想定と同じ結果が得られた．また，P_{1p}については，既知の活断層から震源までの距離と相関があることも確認できた．

次に，主断層の断層変位量のM_wとの関係式を次に示す．$\log(MD)=c+0.82M_w$，$\log(AD)=d+0.62M_w$，閾値4kmの場合：①c=-5.20，d=-4.70，②c=-5.14，d=-4.77，閾値6kmの場合：①c=-5.15，d=-4.69，②c=-5.32，d=-4.91，閾値8kmの場合：①c=-5.16，d=-4.70，②c=-5.27，d=-4.87．変位量回帰式もP_{1p}と同

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

様に，①のデータに基づく回帰式は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際には閾値6km及び8kmについては想定と同じ結果を得たものの，4kmでは明瞭な差は認められなかった．

４．結論

PFDHAに必要な各種評価式のうち，主断層に関する評価式について，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震を閾値を設定して区別した上で，評価式の再検討を実施した．その結果，主断層が出現する確率（P_{1p}）については，①と②の相違が明確であるとともに，活断層から震源までの距離との間に相関が認められたことから，式を使い分けることが可能であることが判った．したがって，今後，確率論的地震動ハザード解析（PSHA）における領域震源の考え方をPFDHAに応用する場合には，本研究成果を適用することができるものと考える．

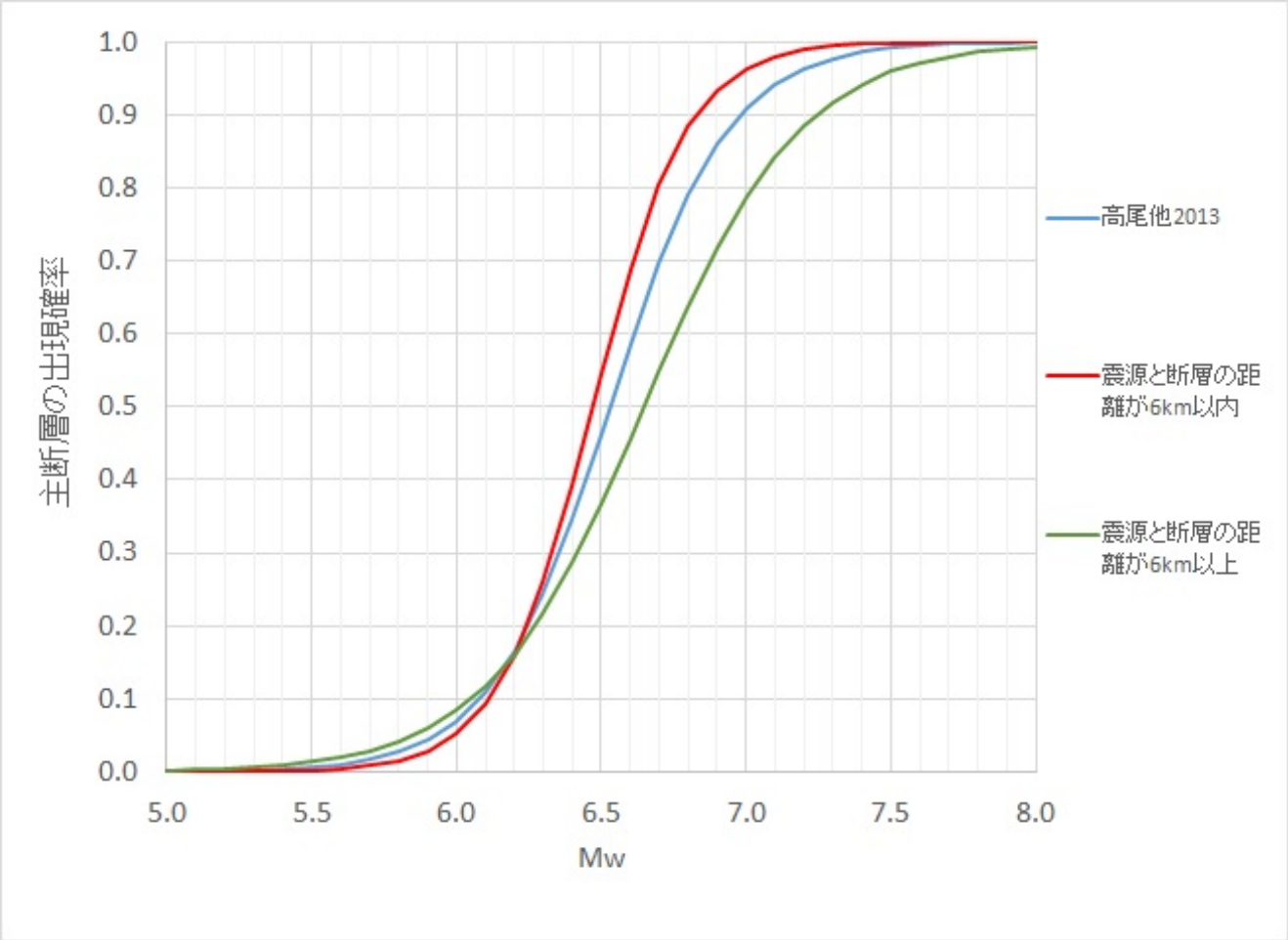
なお，変位量評価式については，閾値によっては①と②に差が認められるものの，閾値との明確な相関がみられない．地表地震断層のデータが少なく相関が認められない可能性があるため，今後，より多くのサンプルを収集した上で評価式を検討することが望ましいと考えられる．

参考文献

1)高尾ら，日本地震工学会論文集，第13巻，2013，pp.17-36
2)Youngs, R.R., et al. , Earthquake　Spectra, Vol.19, No.1, 2003, pp.191-219
3)地質調査総合センター，活断層データベース，2013
4)東京大学出版会，活断層詳細デジタルマップ[新編]，2018

キーワード：確率論的断層変位ハザード解析、主断層出現確率、断層変位量、活断層との関連性
Keywords: PFDHA, probability of surface rupture of the principal fault, fault displacement, a relevance to an active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

Characteristics of sediment deposition distribution in debris flow disasters in caused by heavy rain in August 2014 Hiroshima, Japan

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2]
*Shoichiro Uchiyama[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 東京大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. The University of Tokyo

1.背景

戦後の土砂災害対策は、防災施設整備による対策を中心に進められてきた。一方で、宅地開発等に伴い危険箇所は年々拡大し、それらに対する防災設備の整備完了には100年以上を要するとされる（国土交通省、2018a）。このため、防災設備のみでは土砂災害の被害防止が難しいことから、ソフトウェア対策の推進が始まった（土砂災害防止法）。しかし、2018年7月西日本豪雨災害の土砂災害による犠牲者の多くは、土砂災害警戒区域内で被災したことが指摘された（国土交通省、2018b）。これらの事実から、土砂災害リスクが高まった状況における事前避難は十分とはいえない状況が指摘できる。

2. 目的と意義

居住する土地の潜在的な危険性を認識し、被災の危険が高まった際の自律的な避難行動が行われるためには、第一に、住む場所で生じる災害とその被害の様相を、あらかじめ把握する必要がある。このように土石流のハザード・リスク情報の高度化を目指す上では、実際の災害で発生した被害の実態を詳細に明らかにする必要がある。例えば、土石流の挙動と流路上の建物や植生との関係性を理解することは、土石流被害の予測にとって重要である。そこで本研究では、2014年8月20日未明に発災した土石流により被災した、広島県広島市安佐南区の6地区を対象に、土石流による土砂堆積量の計測とその分布特性の分析を行った。

3. 手法

災害前の空中写真、および災害発生後の無人航空機撮影画像をSfM多視点ステレオ写真測量（以下、SfM）によって解析し、それぞれの時期の地表面の高さモデル（以下、DSM）を得た。次に、災害前後の2時期のDSMの差分から、地表面の高さ変化を求めた。災害前の空中写真には、2008年5月21日撮影のデジタル空中写真（国土地理院）23枚を使用し、災害後の空中写真には、発災から4日後に無人航空機で撮影した約700枚の垂直写真を使用した。GNSS測量により30地点を計測し、地上基準点として10点、精度検証点として14点を使用した。SfMにより作成したDSMおよびオルソ画像の空間分解能は、災害前がそれぞれ20 cm、災害後がそれぞれ3.5 cmとなった。DSMの精度検証の結果、14地点の精度基準点における三次元のRMSEは、26.2 cm（災害前DSM）、11.5 cm（災害後DSM）であった。地表面の高さ変化は、GISにより、2014 DSMから2008 DSMを減算して求めた。

次に、災害後のオルソ画像から土砂堆積範囲を判読し、ポリゴンデータを作成した。この時、次に述べる2時期のDSMの誤差を考慮して、また、作図上の区切りとして0.3 m以上の堆積が認められる範囲を堆積域の下限として認定した。また、土砂の堆積とは無関係な地表面変化の影響を除外するため、植生や一部の建物等について、土砂堆積範囲のポリゴンから除外した。ここでは、侵食量は計算の対象としなかった。

地表面高さ変化データのうち、土砂堆積範囲ポリゴンの内部では、正の値を持つメッシュが土砂堆積に相当する。GISにより、これらのメッシュを合計することにより土砂堆積量の合計値を求めた。この時、次のように2時期のDSMの誤差を考慮した。前項で得た各時期のRMSE（災害前26.2 cm、災害後11.5 cm）の二乗和平方根（28.6 cm）を求め、これより高さ変化が大きいメッシュのみを対象とした。

GNSS測量の機材には、二周波対応のGPS受信機であるTrimble 5800、SfMソフトウェアにはAgisoft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

PhotoScan Pro. 1.0.4、GISにはESRI ArcGIS for Desktop 10.2を用いた。

4. 結果

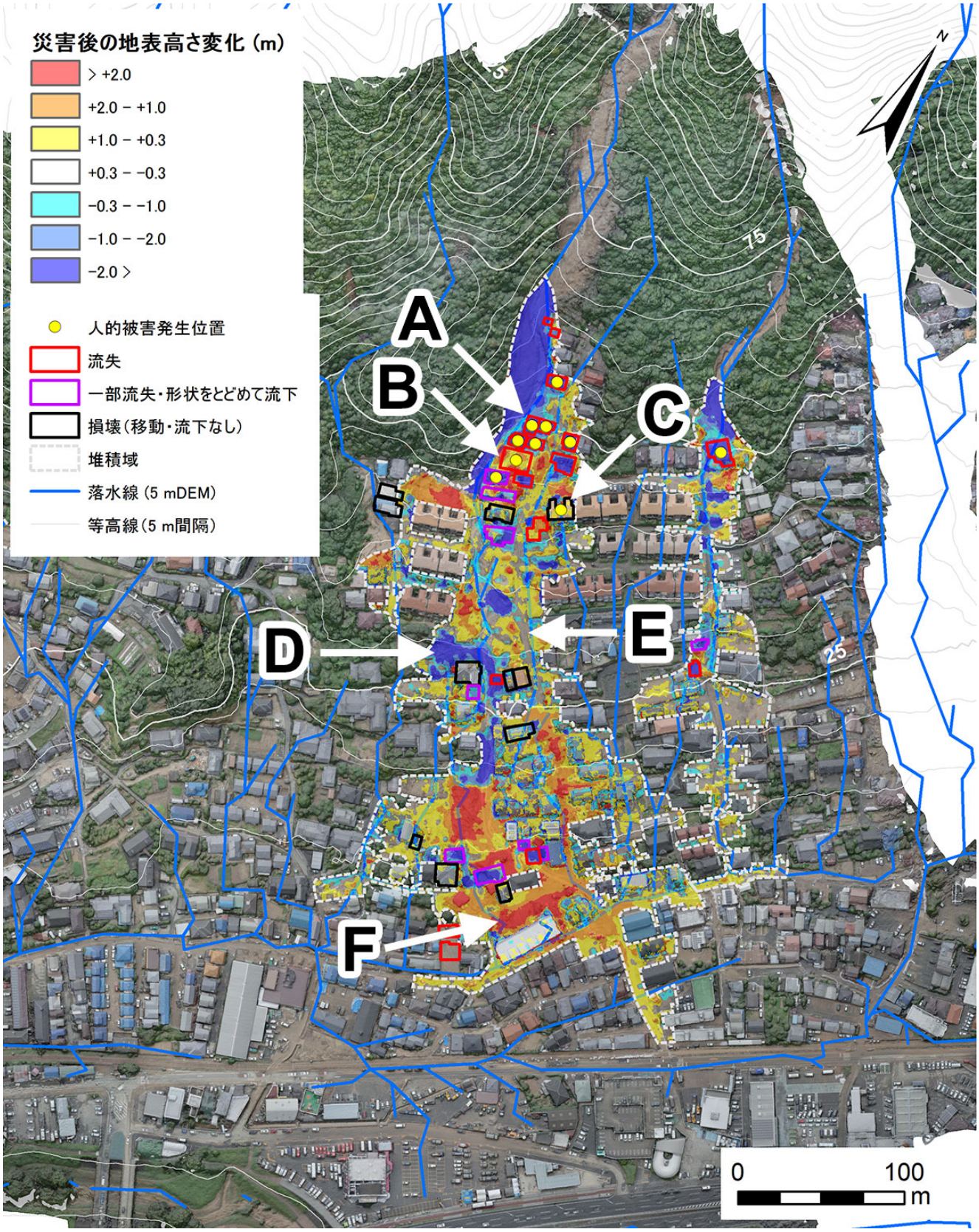
得られた結果のうち、八木3地区を図示する。中央部に落水線が近接して2本あり、約25 m幅の広い主流路となった。上下70 mの区間に分布する7棟が流失し、20名の犠牲者を生じた（A）。この並びの最下流部にある住宅では、建物の一部が形状をとどめたまま下方に移動し、2名の犠牲者を生じた。また、この住宅の並びの中間部にあったアパートが土石流により流失したが、災害前空中写真では空き地であったため、DSMの高さ変化の見かけ上は、堆積にみえた（B）。落水線上に位置する県営住宅の建物では土砂等が流れ込み、1名の犠牲者を生じた（C）。主流路に隣接する植生域のうち、流路に近い側が侵食された（D）。主流路の流下経路上に、土砂の堆積厚が薄いエリアがあった（E）。主流路の突き当りにある駐車場には、層厚2 mを超える土砂が堆積した。オルソ画像では、堆積物は泥状のテクスチャーを示した（F）。

参考文献

国土交通省 (2018a) 土砂災害防止法の概要
国土交通省 (2018b) 土砂災害警戒区域の検証

キーワード：土石流、2014年8月豪雨、土砂堆積量、無人航空機、SfM多視点ステレオ写真測量
Keywords: debris flow, heavy rain in August 2014, volume of sediment deposition, UAV, SfM-MVS Photogrammetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題
Land use change after tsunami and its problems in Kii peninsula

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2]
*Kenta Okidate[1], Tatsuto Aoki[2]

1. 金沢大学人文学類、2. 金沢大学地域創造学類
1. School of Humanities, Kanazawa University, 2. School of Regional Development Studies, Kanazawa University

東日本大震災の発生や南海トラフ地震の予測の進捗を受けて、津波防災への関心が社会的に高まっている。日本列島において沿岸の低地は住民の居住域である一方、津波襲来時には浸水域ともなることから、津波防災を考える上で津波防災と土地利用を結び付けた研究は重要である。しかし、その対象地には偏りが見られ、特に南海トラフ地震の発生により甚大な被害が危惧されている地域においては研究の蓄積が不十分である。そこで本稿では、紀伊半島沿岸における防災・減災を考慮した土地利用計画策定のため、過去の津波被災後の土地利用変遷を定量的に分析し、その地域的特徴と課題を明示した。

白浜地区、串本地区、那智湾周辺地区の3つの対象地区はいずれも昭和東南海地震(1944年)および昭和南海地震(1946年)にて津波被害を受けており、南海トラフ地震の震源域にも近い位置にある。市街地は背後に山地が迫った海岸の狭隘な平野や砂州上に形成されており、被災後は具体的な計画が示されないまま復興が行われた。

1947年、1965年、1986年、2002年の4年代の空中写真から6つの分類に則って土地利用を判読し、QGISを用いて地理情報データを作成・解析した。また、聞き取り調査や補完として現地踏査も行った。これによって対象3地区における土地利用変遷の様相を明らかにした。

住宅・建築物は、小規模な市街地がそれぞれ拡大・連接することで大きく増加した。その要因としては、荒地・農用地や森林・原野の転用が挙げられる。特に1947年から1965年にかけては、津波によって浸水した更地から住宅・建築物への転換が顕著であった。住宅・建築物の転用元としては森林・原野よりも荒地・農用地が多いことも分かった。1947年時点での陸地面積が少なかった串本地区では、海域の埋め立てによる住宅・建築物や荒地・農用地の増加も見られた。港湾の陸域はすべての対象地区で大幅な増加が見られ、その多くが埋め立てによるものであることが分かった。また、対象地区すべてで埋め立てによって津波浸水域が拡大し、津波浸水域内の宅地化が進行していた。年代を追うごとに宿泊施設や公共施設といった大型施設が津波浸水域内に増えていることも分かった。

分析の結果、原地への復興、宅地の増加、荒地・農用地から住宅・建築物への転用、大規模な港湾施設の整備の4つの地域的特徴が明らかになった。これらの要因としては地形的制約や観光開発のほか、人口増加などにより住宅の需要が増大したことや漁業従事者が農業従事者より多いという対象地区の経済構造などが挙げられる。また対象地区の土地利用変遷には、海岸の平野部における高密度な宅地の立地、海域の大規模な埋め立てによる宅地や港湾施設の整備、海岸における大型建造物の林立という3つの課題があると考えられる。これらは対象地区の防災政策において重視されている避難行動を妨げる恐れがあり、現在に至るまで計画の策定がなかったことで発生したと考えられる。課題の解消には、津波に対して安全な土地利用の実現に向けた長期的な計画を策定することが急務である。

キーワード：防災、南海トラフ地震、土地利用、地理情報システム
Keywords: Disaster prevention, Nankai Trough Earthquake, land use, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討
Reconstruction of the building damages caused by the Typhoon Kathleen and analyses of their land conditions at the southern foot of the Akagi Volcano using U.S. military aerial photographs

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2]
*Masafumi Aoyama[1], Yoshiki Saito[2]

1. 群馬大学教育学部、2. 群馬大学大学院生
1. Faculty of Education, Gunma University, 2. Graduate Student, Gunma University

１．はじめに

地域における洪水リスク評価には、過去の浸水履歴が重要な基礎資料となる。また、近年の自然災害の多発により、学校現場における防災教育や災害リスク管理などの強化が求められている。赤城山南麓では、1947年カスリーン台風がもたらした多量の降雨により多くの領域で浸水被害が発生したが、その分布や土地条件などについて、詳細な検討が行われてきたとは言い難い。それらのことを背景として、本発表では、カスリーン台風における河川氾濫による浸水および浸水被害について、地表状態を明瞭に判読できる米軍撮影空中写真が存在する赤城山南麓を対象として、空中写真の判読とGIS（地理情報システム）を活用した浸水域および浸水被害状況の詳細な復元、および浸水域と浸水（建物）被害発生地点の土地条件の検討、調査対象地域内に立地する小・中学校のカスリーン台風における浸水履歴の有無について検討を行った。なお、本発表は、第二著者の齋藤の修士論文における研究成果に基づく。

２．研究方法

1）カスリーン台風における浸水域を復元するため、発災後の1947年、1948年に米軍が撮影したモノクロ空中写真を用いた判読を行った。また、市町村史におけるカスリーン台風による浸水状況や被害に関する記述を抽出し、その一部に関しては上述の米軍撮影空中写真の判読による照合・確認を行った。2）本調査対象地域の地形条件を明らかにするため、おもに1961年国土地理院撮影空中写真の実体視による判読と現地踏査により、地形分類図を作成した。3）河川氾濫による甚大な建物被害が多数発生した伊勢崎市中心部広瀬川右岸域と前橋市大胡町中心部を対象として、発災前後の米軍撮影空中写真の判読により流失建物や浸水建物などの抽出を行った。4）それらの甚大な建物被害が生じた2つの地域においては、カスリーン台風がもたらした河川氾濫による浸水状況や浸水被害などに関する住民への聞き取り調査を実施した。5）米軍撮影空中写真の判読から得られた浸水域や建物被害発生地点などの土地条件について、GISを用いた解析から検討を行った。

３．結果と考察

浸水域の認定に関しては、洪水流がもたらした土砂（洪水堆積物）や流失建物などの存在が確認された領域を明瞭な浸水域、洪水堆積物が薄く被覆（堆積）し、空中写真の画像上で白っぽく見える領域を不明瞭な浸水域として認定した。

調査対象地域を流下する赤城白川、荒砥川、粕川、桃ノ木川、広瀬川のいずれの流域においても洪水堆積物が分布しており、明瞭・不明瞭な浸水域が存在することを確認できた。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域では、河道沿いの多くの建物が流失、浸水していた。大胡町中心部では荒砥川の氾濫により広範囲が浸水し、多くの建物が流失、浸水したことが判読された。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域に設定した調査対象地域内において、地形条件ごとの建物流失被害発生率をみると、旧河道では74.2%の建物が流失した一方で、自然堤防上では10.6%であり、建物流失被害は旧河道に集中的に発生していた。この理由として、攻撃斜面側の左岸域に河床からの比高の大きい火山麓扇状地が存在し、右岸域には微高地（自然堤防）が存在するといった地形的制約に

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

よって、相対的な低標高域を形成する旧河道に速い流速の洪水流が集中して流下したことが考えられる。前橋市大胡町中心部に設定した調査対象地域内においても、高水敷に存在していた建物はすべて流出し、谷底平野（17.5%）、低位段丘（4.5%）などにおいて建物流失が生じた。この地区では、荒砥川からの洪水流は火山麓扇状地や火砕流台地などの河床からの比高が大きい地形によって流路が規制され、谷底平野上に集中的に流下し、河床からの比高が数m程度の低位段丘上も浸水し、甚大な建物被害が生じたと考えられた。これら両地区では、河川氾濫の状況や浸水被害に関する情報について、住民を対象とした聞き取り調査からも得ることができた。

赤城山南麓の調査対象地域内に存在する小・中学校は48校（前橋市29校、伊勢崎市19校）あり、カスリーン台風における浸水の有無をみると、カスリーン台風時に浸水した地点に立地する小・中学校は12校（25%）存在していることが明らかとなった。それらの浸水履歴を有する小・中学校のなかにはハザードマップに浸水の危険度（浸水深）が図示されていないものもあり、学校が立地している土地条件や洪水リスクを十分に把握・検討し、必要に応じた対策を講ずる必要がある。

キーワード：1947年カスリーン台風、洪水リスク評価、浸水建物被害、米軍空中写真、赤城山南麓
Keywords: Typhoon Kathleen, flood risk assessment, building damage, U.S. military aerial photographs, southern foot of the Akagi Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

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

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

自然と人間が織りなす多様な環境の中に内在し、時に顕在化する災害リスクを、自然科学、人文・社会科学等の視点から多角的に検証する。東日本大震災で明らかになった災害予測の不確実性や低頻度巨大災害の問題や、ハザードマップの作成・利用法の改善、環境変動・社会変容や持続性を考慮した復興計画・国土計画、防災に関する国際協力、活断層や液状化の諸問題、地域特性に応じた減災計画、防災支援の技術開発、防災教育など、総合的に議論する。

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

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

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

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

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] **EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS**

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction –GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, Gust, Maximum WInd Speed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction – GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

Woo-Sik Jung, Hana Na

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: WRF, Typhoon, SST

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

Woo-Sik Jung, Hana Na

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1], CHIH-HSUAN LIU[1], CHING HUNG[1]

1. National Cheng Kung University

Mechanically stabilized earth (MSE) walls have been used widely to prevent slopes from natural disasters around the world. The typical vertical spacing of geosynthetic reinforcement used in the practical MSE wall may cause high reinforcement connection strength and lead to wall-facing bulging. Previous studies show that installing short (secondary) reinforcement layers in-between primary reinforcement layers could mitigate these problems by reducing wall facing deflection and primary reinforcement strains, increasing the wall internal stability, alleviating down-drag forces behind the wall facing, and so on. Although the performance of the secondary reinforcement has been widely examined, its controlling factors (i.e., length, spacing, distribution) on the behavior of MSE wall are scarcely studied. In this study, a finite element approach was validated via a benchmark field case and was applied to understand the effect of the controlling factors on the behavior of MSE wall as well as giving a guidance on the design of MSE wall with secondary reinforcement.

Keywords: retaining structure, MSE wall, controlling factors, secondary reinforcement, finite element

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS

*Minghsien Wu[1], Yingkuan Tsai[1], Chien-Hsien Liu[1], Pang-Ting Pai[1], Feng-Cheng Yang[1], Chun-Chia Huang[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology National Defense University

Global terrorism is on the rise as the number of attacks soared, puts the world under the threat of car bomb, suicide bomb and so forth, and causes a huge amount of loss of life and property. Current buildings and infrastructures are mostly constructed using reinforced concrete, due to the brittleness of concrete material, when a structure subjected to blast loadings, the phenomena such as cracking and spalling at the proximal face of the target, and the ejection of fragments from the distal face of the loaded surface can be observed. These types of damage or failure could severely harm to the structural stability and the safety of people and equipment inside the building. Thus, the blast resistance of buildings has become an important issue in structural design and evaluation. Considering the high tensile strength and excellent impact resistance of polyurea materials, it is expected that the blast performance of a reinforced concrete element can be enhanced by coating this material onto its surface.

The purpose of this study is to investigate the blast performance of the polyurea coating on reinforced concrete slabs by conducting a series of filed explosion tests. The size of the specimen is 50cm×50cm×15cm. Four pieces of RC slabs were tested: RC slab without coating, RC slabs with coating on the front face, coating on the back face, and coating on the both faces. The thickness of coating is 3 mm. The specimens were fixed on a steel frame and detonated at the center of the test surface with a size of 5cm×5cm×2.5cm of 100g C4 rectangular explosive. The size and depth of the damage area on the front and back of the RC slabs were measured and evaluated by developing 3D models with point clouds from photographs.

The results show that when the unreinforced RC slabs is subjected to contact explosion, cratering will occur on the front side of the specimen and spalling will occur on the back side of the specimen; and when the RC slabs is coated on the front side of the specimen, the polyurea reinforcing layer at the contact explosion site is destroyed, but the damage degree were reduced; and in the case of the back-explosive surface reinforcement, the damage range of the cratering is also reduced, and the polyurea coated with the back-explosive surface has no crack, damage and blow-through. When the coating layer is removed, the back surface of the test piece is observed, and only cracks are generated but no obvious spalling. It is obvious that polyurea produces good adhesion due to its material properties and tightly constrains the fragments. Therefore, it has been shown by experiments that the use of polyurea elastic coatings to reinforce the explosion surface or the back explosion surface of the RC slabs can enhance the explosion-proof capability and reduce or protect from spalling, thereby achieving the purpose of protecting the internal life and property of the building. It is known from this test that the polyurea coating with a thickness of 3 mm can effectively and significantly reduce or avoid the occurrence of spalling when applied to the back surface of RC slabs.

Keywords: polyurea coatings, contact explosions, cratering, spalling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1]

1. Feng Chia University

The research focuses on using the flume experiments to observe the head-erosion phenomena caused by dam removal and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam after dam removal by using CCHE2D model. The research area is in the Landaw river watershed in Huisun National Forest Area in the Central Taiwan. Two silts of silt dam build in the Landaw river had been lowered down 2.5 m height to release the deposited sediment to transport to downstream in 2013, and the research proceeded long term observation of the head-erosion in the upstream of the silt dam by using UAV and field investigation.
The research proceeded the flume experiments to simulate the sediment transport from the upstream of the dam and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam by using CCHE2D model after dam removal. The control factors in the flume experiments are the sediment size, the discharge, the channel slope, and the removal area of check dams. The sediment size settings in this research include totally 0.9 mm, half 0.9 mm and half 0.5 mm, and totally 0.5mm, while the discharge settings include 3.4, 83.0, and 102.6 cubic centimeter per second. The channel slope settings include 4.4, 8.7 and 13 degree. The research records the sediment yield volume, the geomorphologic changes and the knickpoints evolution in the longitudinal sections after removing different area of dams in 27 flume experiments. Based on the dominant factors for the bank erosion scouring, 27 flume experiments can be classified into 3 types, including infiltration-dominated bank erosion experiments, surface runoff-dominated bank erosion experiments, and infiltration and surface runoff co-exist bank erosion experiments.
Furthermore, the research also uses CCHE2D model to simulate the sediment transport after the dam removal process of the silt dam in the upstream of Landaw river watershed. The research uses the river discharge in the day with the maximum 24 hours accumulated rainfall from 2015 to 2018, and the original DSMs in 2010, 2016, 2018 as the topographic models to simulate the scouring process in the upstream of the silt dam after dam removal. The research also proceeded the field investigation to verify the simulation result.
The accumulated rainfall setting for the simulation of CCHE2D model is 585 mm in 24 hours, and this is the accumulated rainfall with return period years of 50 year in the Landaw river watershed. Based on the simulation result by using CCHE2D model with the accumulated rainfall of 585 mm in 24 hours, the elevation of main river has been lowered down 5.4 m, and the maximum width of the head-erosion in the upstream od the silt dam is around 5.24 m. The total erosion sediment volume is estimated as 1370 cubic meter. The slope in the longitudinal profile along the main river can be classified into two sections. The slope from the silt dam to 23 m upward in the upstream is estimated as 0.31, while that from the 23 m upward in the upstream to the 200 m upward in the upstream is estimated as 0.151. This means that the knickpoint is in the 23 m upward in the upstream of the silt dam. The result will be the basis for developing the assessment model for assess the feasibility of dam removal in the rivers.

Keywords: Dam Removal, CCHE-2D, sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化
Examination and systematization of predispositions to floods in the Heavy Rain in July 2018

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2]
*Kanako Kimura[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo

はじめに

外水氾濫の素因に関しては，河川工学分野や地理・地形学分野における研究で言及されてきたが，その多くは氾濫と地形・地質との関係を自明のこととして扱う，あるいは補足的に解釈するにとどまる．

本研究は平成30年7月豪雨における外水氾濫を対象とした．近年では異例の発生数となったためである．地域としては，外水氾濫の集中した瀬戸内側の河川，中でも破堤地点が多くその位置情報が正確に把握されている高梁川水系小田川を選択した．本研究の目的は，①今回の氾濫についてのデータベースを作成すること，②素因を空間スケールごとに，人為の影響もふまえつつ考察すること，③水害リスク評価の高精度化に寄与する知見を得ること，である．

地域概要と手法

平成30年7月豪雨は，2018年6月28日～7月8日に主に西日本で発生した記録的な大雨である．この豪雨による外水・内水氾濫や土砂災害で甚大な人的・人家被害が出た．

中国地方には侵食小起伏面という特徴的な地形が見られる．瀬戸内側の平野は沈降地域に中国山地から河川が流下して形成されたもので，河川上流域には深層風化花崗岩類が分布する．小田川は吉備高原に発し倉敷市で高梁川に合流する一級河川であり，高梁川より河床勾配が小さいこと，高梁川の小田川合流部の下流に狭窄区間があることにより洪水時には背水の影響を受ける．流域内で特に被害の大きかった真備町地区は，高度経済成長期から現在にかけてベッドタウン化していた．

日本地理学会災害対応委員会が，今回の豪雨による氾濫地点をマッピングしたものをWebで公開している（http://ajg-disaster.blogspot.com/）．そのマップに掲載されている氾濫地点（主に小田川）について河道特性を調査し，マトリクスにまとめた．また，小田川，高梁川，芦田川水系吉野川，賀茂川の破堤地点についてアナグリフによる空中写真判読を行い，破堤地形分類図を作成した．

小田川の河床縦断面図，および河床勾配，河道幅・低水路幅，堤外地最大水深の縦断変化グラフを作成した．前二者については移動平均による平滑化も行った．

結果・考察

破堤地点の多くが県の管理区間にあり，小田川支流での破堤地点の9/10地点は天井川化していた．県による整備が追いついていないことが推察される．マトリクス中の破堤2地点と，国土交通省社会資本整備審議会（2018）で報告された法崩れ5地点が樋門であった．樋門のある地点は破堤・法崩れのリスクが高い．微高地は氾濫に対し比較的安全とされてきたが，マトリクス中で最も破堤幅が大きく落堀が顕著であった2地点は微高地上にあることから，微高地における水害リスク評価を更新する必要がある．似た特徴を持つ破堤地点と非破堤地点の比較から，急な堤防傾斜が破堤に影響することも示唆された．

縦断方向の変化グラフからは，堰の下流で河床勾配が比較的大きい区間では氾濫が発生しにくく，その下流で河床勾配が緩やかになる区間では氾濫が発生しやすいことが示唆された．小田川の破堤地点の一つでは，堤防が周囲と比べて低くなっていることも明らかになった．

結論

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地点スケールでの素因として，樋門，天井川区間，堤防の低まりが挙げられる．微高地の安全性にも疑問が残る．区間スケールでは，河床勾配の比較的大きい堰の下流区間より，その下流にある河床勾配の緩くなる区間がハイリスクである．中でも，福原にある大屈曲外岸は氾濫が繰り返し発生している．また，水系・地域スケールでは，小田川と高梁川の河床勾配差に影響する侵食小起伏面を素因と捉えた．花崗岩類が広く分布するため中小河川の天井川化が起こりやすいということも挙げた．人為の影響については，国・県の整備が追いついていないことを示したが，浸水リスクが指摘されていた真備町地区がベッドタウン化していることから土地開発の問題も大きいと考えられる．

参考文献

泉田温人（2018），鬼怒川下流域におけるクレバススプレーの形成と微高地発達への寄与，東京大学新領域創成科学研究科自然環境学専攻修士論文

内田和子（2011），岡山県小田川流域における水害予防組合の活動，水利科学No.320，pp.40-55

太田陽子，成瀬敏郎，田中眞吾，岡田篤正（2004），日本の地形6　近畿・中国・四国，東京大学出版会

国土交通省社会資本整備審議会（2018），平成30年7月豪雨について，
http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/r-jigyouhyouka/dai11kai/pdf/5-1.shiryou.pdf

国土地理院防災地理課（2015），治水地形分類図解説書，
http://www.gsi.go.jp/common/000106990.pdf

山本晃一（1994），沖積河川学ー堆積環境の視点から，山海堂

キーワード：小田川、天井川、微高地、クレバス・スプレー、河床勾配
Keywords: the Oda River, raised bed river, alluvial ridge, crevasse splay, channel slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

	地点	種類	確かさ 海津ほか	直後写真	確かさ 総合	支流名	岸	河道植生	砂州	河床材料	河道幅 (m)	低水路幅 水面幅(m)	狭窄 (m)	/河道幅 (広)	堤防高 堤外地	堤防高 堤内地	横幅 堤内地	傾斜 堤内地
小田川	4	破堤	ほぼ正確	×	△	尾坂川	左	草（2014）	上216-85mに（2014）	砂	27	(7)	-	-	2.1	1.7	9	0.189
	5	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2007）	-	-	142	(30)	-	-	6.3	3.1	17	0.182
	6	破堤	ほぼ正確	×	△	-	右	～草（2014）	下15m左岸，固定化（2014）	砂	155	(35)	-	-	5.1	2.6	22	0.118
	7	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2014）	-	砂	180	(20-37)	100	0.42	5.7	2.5	13	0.192
	8	破堤	ほぼ正確	○	○	(水路)	左	-	-	-	5	2	-	-	1.3	1.8	9	0.200
	9	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草（～樹木）	両岸	砂	181	38-47	-	-	7.3	(山)	-	-
	10	破堤	不正確	○	○	大武谷川	右	～草	-	-	13	1-2	-	-	1.5-2.1	2.2	8	0.275
	11	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	左（内）岸に30m	砂	206	58	28	0.14	5.8	4.0	12	0.333
	12	破堤	ほぼ正確	○	○	真谷川	左	草（～樹木）	-	-	37	1-2	-	-	6.0	5.4	13	0.415
	13	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草～樹木	樹林化中州	砂	233	複数本	-	-	7.8	3.4	13	0.262
	14	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	右	草	-	-	13	7	-	-	1.5	4.0	14	0.286
	15	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	左	草	-	-	13	7	-	-	3.0	5.8	13	0.446
	16	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	樹林化中州	砂	217	複数本	-	-	8.2	6.0	18	0.333
	17	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	樹木	樹林化中州	砂	227	複数本	-	-	7.2	2.6	16	0.163
	18	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	12	1-2	-	-	1.6	-	-	-
	19	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	12	1-2	-	-	2.1	-	-	-
	20	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	30	1-2	6	0.20	5.1	6.5	18	0.361
	21	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	32	1-2	6	0.19	5.5	6.2	19	0.326
高梁川	1	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）に80m	砂	240	65	70（緩やか）	-	10.3	3.0	11	0.273
	2	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）	砂	190	80	同上	-	9.7	2.2	9	0.244
砂川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～樹木（2007）	右岸(2007)	砂	58	5	-	-	4.5	4.5	15	0.300
旭川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～（2007）	80m下から(2007)	粗砂～	175	116	80m下から54減	0.31	5.3	-	-	-
芦田川		破堤	不正確	○	○	吉野川	右	～草	-	-	9	0-1	-	-	0.3	1.9	8	0.238
賀茂川		破堤	不正確	○	○	-	右	～草	右岸に17m	砂	37	16	-	-	-	2.5	10	0.250

Fig. 1 A part of flood point matrix.

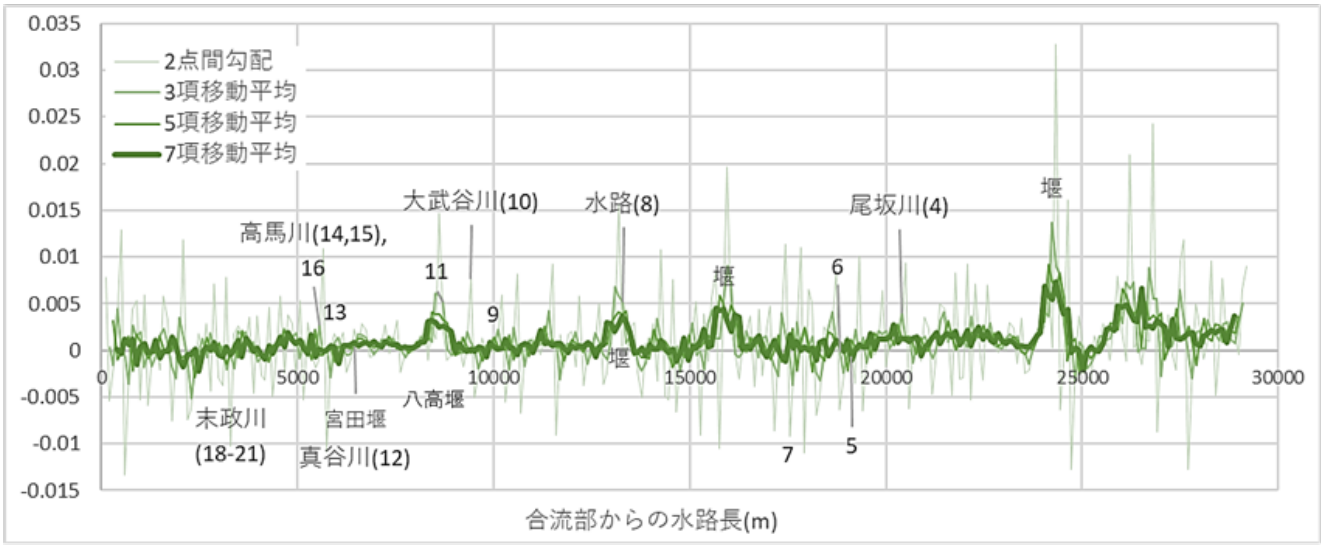


Fig. 2 The downstream change graph of the river bed slope.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

Expand various disaster risk information and sophisticate methods to disseminate on the Hazard Map Portal Site

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1]
*Takuya Ueshiba[1], Yumeka Fujii[1], Naoki Yoshimatsu[1], Noriyuki Takakuwa[1], Wataru Yamasaki[1], Jun Suwabe[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

I. Introduction
In June 2006, it was necessary to prepare the portal site about hazard maps which anyone can search on the internet, according to the policy established by Ministry of Land, Infrastructure Transport and Tourism. Geospatial Information Authority of Japan, in cooperation with Water and Disaster Management Bureau and so on, began to operate Hazard Map Portal Site since April 2007. This latest site has two main contents. One is Layered Hazard Map which enables users to layer various maps and disaster risks, and another is Published Hazard Map showing links to hazard maps made by each local government.

II. Questionnaire about Hazard Map Portal Site
A questionnaire was conducted in 2015 for 18 local governments and about 1,000 residents to figure out these things: how much they recognize and use it, needs, and to know the problems of this site. Various needs and requests were made clear, for example, the addition of the function displaying all disaster risk information by clicking map, implementation of browsing feature by mobile device, preparation of download page published data on this site, expanding the data about disaster risk information and evacuation facilities, making the data open for public on the Internet and machine-readable (hereinafter referred to “Open Data”) and so on.

III. Three activities
Three activities were carried out based on this questionnaire.
1. Improvement of function
Three functions were mainly added on this site. One is the function displaying multiple risks, which were inundation, landslide, sediment disaster and so on, at arbitrary point on Layered Hazard Map, another is the compatibility with smartphones which enable to access this site away from home, and the other is function of downloading list files of URL linking to Published Hazard Map.
2. Expanding Data
Designated Emergency Evacuation Area (flood from river, storm surges, tsunami, debris flow, steep slope failure / landslide, fire disasters), expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, expected inundation areas of tsunami, and landform classification of Fundamental Land Classification Survey were released.
3. Open Data
Raster tiles of expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, Landslide Prone Areas and dangerous site by sediment and landslide disaster was added to Open Data list. Furthermore, these raster tiles data started to be converted to vector tiles data and will be distributed as Open Data by June 2019.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IV. Future perspective
We carried out improvement of this site system, expansion data of disaster risk information and Open Date of raster tiles covered on Layered Hazard Map. Due to this effort, tasks revealed in 2015 questionnaire survey were solved and this site became more useful. This result led to further publicize disaster risk and contributed to raise awareness of disaster prevention.
In order to expand data and make the site more useful, various information including expected inundation area maps classified by duration time and expected inundation areas by reservoir break will be disclosed and more functions, for example 3D page of Layered Hazard Map, will be added.

キーワード：災害リスク、ハザードマップ、ウェブ地図、オープンデータ
Keywords: disaster risk, hazard map, web map, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討ー既知の活断層との関連性の考慮ー

A study on evaluation formulae of the principal fault in PFDHA- In consideration of a relevance to known active faults-

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1]
*Tsuyoshi Kanda[1], Makoto Takao[1], Toshimichi Kaneto[1], Takehisa Arakawa[1]

1. 東京電力ホールディングス株式会社
1. Tokyo Electoric Power Company Holdings, Inc

１．はじめに

高尾ら(2013)は，日本国内の地表地震断層のデータを基に確率論的断層変位ハザード解析（PFDHA）に必要な各種評価式を提案している．提案式のうち，地震の規模（M_w）と主断層が出現する確率（P_{1p}）との関係式，及びM_wと主断層の断層変位量（最大値MDおよび平均値AD）との関係式については，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震について，Youngsら(2003)と同様に区別していない．本検討では，高尾ら（2003）の評価式を提案する際に用いた107個の震源について，①と②を区別した上で評価式の再検討を実施した．

２．検討方法

次に示す手順で検討した．(a)上記107個の震源と既往の文献に記載のある既知の活断層のうち最も距離が近いものと因果関係があると仮定，(b)震源から当該活断層までの最短距離を算出（逆断層及び正断層：当該断層の傾斜を考慮した断層面までの最短距離，横ずれ断層：平面図上の最短距離），(c)震源と既知の活断層との関連性の有無を閾値（本検討では4km,6km,8km）で評価，(d)閾値以内のものを①とし，閾値を超えるものを②として区別，(e)震源メカニズムと当該活断層のメカニズム（タイプ）が矛盾する地震は②に区別，(f)①及び②のデータセットのそれぞれについて，MwとP_{1p}との関係式を最尤推定法に基づくロジスティック回帰式により同定，(g)①及び②のデータセットのうち地表地震断層の断層変位量が得られている16地震について，Mwと主断層の断層変位量との関係式を最小二乗法に基づき同定．なお，高尾ら(2013)に倣い切片を回帰した．

３．結果及び考察

P_{1p}のロジスティック回帰曲線を次に示す．$P_{1p}=e^z/(1+e^z)$，$z=a+bM_w$，閾値4kmの場合：①a=-33.652，b=5.168，②a=-31.068，b=4.751，閾値6kmの場合：①a=-39.781，b=6.148，②a=-24.515，b=3.688，閾値8kmの場合：①a=-42.321，b=6.558，②a=-20.912，b=3.102．①のデータに基づくP_{1p}は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際にいずれの閾値の場合においても，想定と同じ結果が得られた．また，P_{1p}については，既知の活断層から震源までの距離と相関があることも確認できた．

次に，主断層の断層変位量のM_wとの関係式を次に示す．$\log(MD)=c+0.82M_w$，$\log(AD)=d+0.62M_w$，閾値4kmの場合：①c=-5.20，d=-4.70，②c=-5.14，d=-4.77，閾値6kmの場合：①c=-5.15，d=-4.69，②c=-5.32，d=-4.91，閾値8kmの場合：①c=-5.16，d=-4.70，②c=-5.27，d=-4.87．変位量回帰式もP_{1p}と同

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

様に，①のデータに基づく回帰式は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際には閾値6km及び8kmについては想定と同じ結果を得たものの，4kmでは明瞭な差は認められなかった．

４．結論

PFDHAに必要な各種評価式のうち，主断層に関する評価式について，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震を閾値を設定して区別した上で，評価式の再検討を実施した．その結果，主断層が出現する確率（P_{1p}）については，①と②の相違が明確であるとともに，活断層から震源までの距離との間に相関が認められたことから，式を使い分けることが可能であることが判った．したがって，今後，確率論的地震動ハザード解析（PSHA）における領域震源の考え方をPFDHAに応用する場合には，本研究成果を適用することができるものと考える．

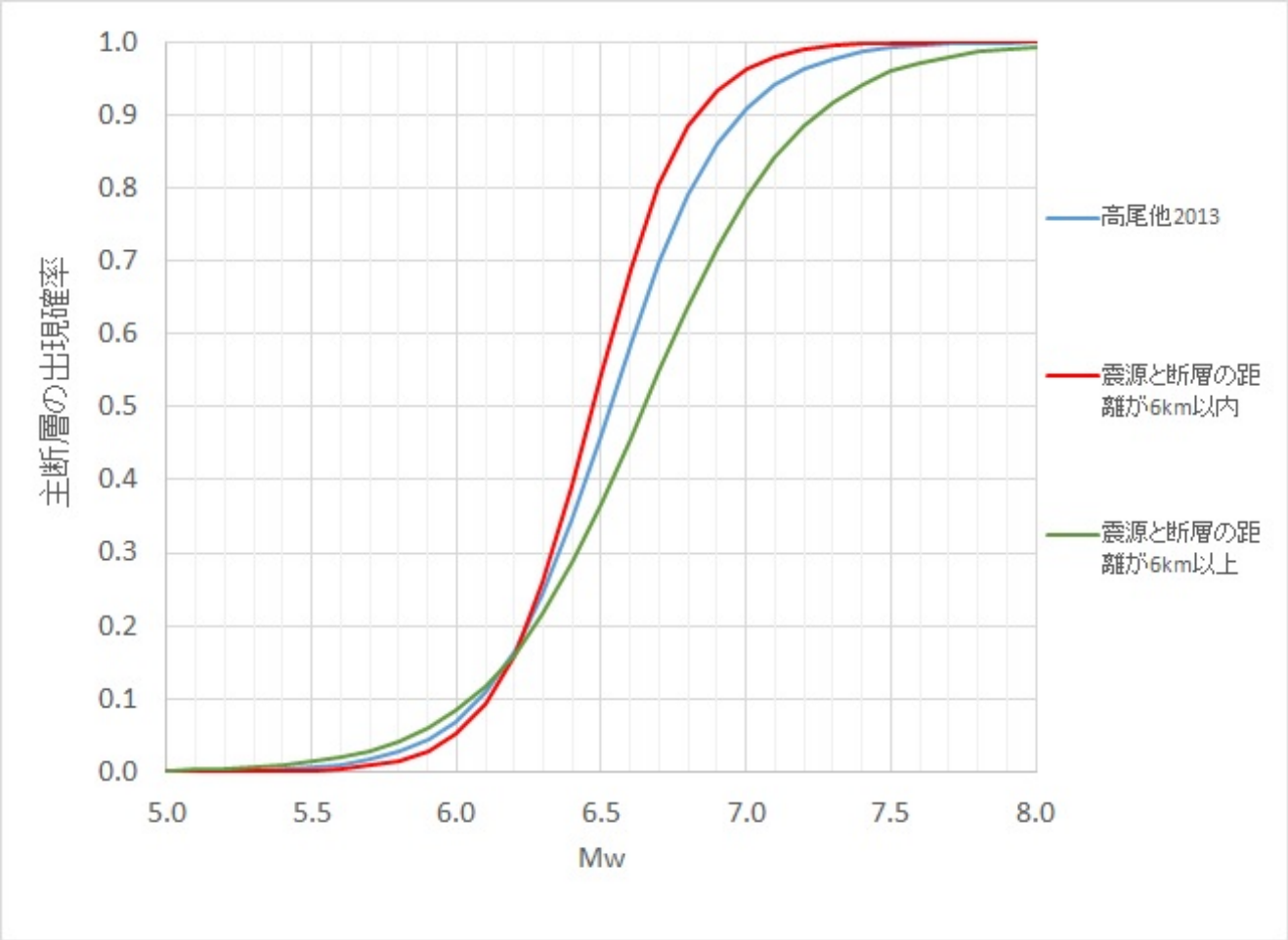
なお，変位量評価式については，閾値によっては①と②に差が認められるものの，閾値との明確な相関がみられない．地表地震断層のデータが少なく相関が認められない可能性があるため，今後，より多くのサンプルを収集した上で評価式を検討することが望ましいと考えられる．

参考文献

1)高尾ら，日本地震工学会論文集，第13巻，2013，pp.17-36
2)Youngs, R.R., et al. , Earthquake　Spectra, Vol.19, No.1, 2003, pp.191-219
3)地質調査総合センター，活断層データベース，2013
4)東京大学出版会，活断層詳細デジタルマップ[新編]，2018

キーワード：確率論的断層変位ハザード解析、主断層出現確率、断層変位量、活断層との関連性
Keywords: PFDHA, probability of surface rupture of the principal fault, fault displacement, a relevance to an active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

Characteristics of sediment deposition distribution in debris flow disasters in caused by heavy rain in August 2014 Hiroshima, Japan

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2]
*Shoichiro Uchiyama[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 東京大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. The University of Tokyo

1.背景

戦後の土砂災害対策は、防災施設整備による対策を中心に進められてきた。一方で、宅地開発等に伴い危険箇所は年々拡大し、それらに対する防災設備の整備完了には100年以上を要するとされる（国土交通省、2018a）。このため、防災設備のみでは土砂災害の被害防止が難しいことから、ソフトウェア対策の推進が始まった（土砂災害防止法）。しかし、2018年7月西日本豪雨災害の土砂災害による犠牲者の多くは、土砂災害警戒区域内で被災したことが指摘された（国土交通省、2018b）。これらの事実から、土砂災害リスクが高まった状況における事前避難は十分とはいえない状況が指摘できる。

2. 目的と意義

居住する土地の潜在的な危険性を認識し、被災の危険が高まった際の自律的な避難行動が行われるためには、第一に、住む場所で生じる災害とその被害の様相を、あらかじめ把握する必要がある。このように土石流のハザード・リスク情報の高度化を目指す上では、実際の災害で発生した被害の実態を詳細に明らかにする必要がある。例えば、土石流の挙動と流路上の建物や植生との関係性を理解することは、土石流被害の予測にとって重要である。そこで本研究では、2014年8月20日未明に発災した土石流により被災した、広島県広島市安佐南区の6地区を対象に、土石流による土砂堆積量の計測とその分布特性の分析を行った。

3. 手法

災害前の空中写真、および災害発生後の無人航空機撮影画像をSfM多視点ステレオ写真測量（以下、SfM）によって解析し、それぞれの時期の地表面の高さモデル（以下、DSM）を得た。次に、災害前後の2時期のDSMの差分から、地表面の高さ変化を求めた。災害前の空中写真には、2008年5月21日撮影のデジタル空中写真（国土地理院）23枚を使用し、災害後の空中写真には、発災から4日後に無人航空機で撮影した約700枚の垂直写真を使用した。GNSS測量により30地点を計測し、地上基準点として10点、精度検証点として14点を使用した。SfMにより作成したDSMおよびオルソ画像の空間分解能は、災害前がそれぞれ20 cm、災害後がそれぞれ3.5 cmとなった。DSMの精度検証の結果、14地点の精度基準点における三次元のRMSEは、26.2 cm（災害前DSM）、11.5 cm（災害後DSM）であった。地表面の高さ変化は、GISにより、2014 DSMから2008 DSMを減算して求めた。

次に、災害後のオルソ画像から土砂堆積範囲を判読し、ポリゴンデータを作成した。この時、次に述べる2時期のDSMの誤差を考慮して、また、作図上の区切りとして0.3 m以上の堆積が認められる範囲を堆積域の下限として認定した。また、土砂の堆積とは無関係な地表面変化の影響を除外するため、植生や一部の建物等について、土砂堆積範囲のポリゴンから除外した。ここでは、侵食量は計算の対象としなかった。

地表面高さ変化データのうち、土砂堆積範囲ポリゴンの内部では、正の値を持つメッシュが土砂堆積に相当する。GISにより、これらのメッシュを合計することにより土砂堆積量の合計値を求めた。この時、次のように2時期のDSMの誤差を考慮した。前項で得た各時期のRMSE（災害前26.2 cm、災害後11.5 cm）の二乗和平方根（28.6 cm）を求め、これより高さ変化が大きいメッシュのみを対象とした。

GNSS測量の機材には、二周波対応のGPS受信機であるTrimble 5800、SfMソフトウェアにはAgisoft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

PhotoScan Pro. 1.0.4、GISにはESRI ArcGIS for Desktop 10.2を用いた。

4. 結果

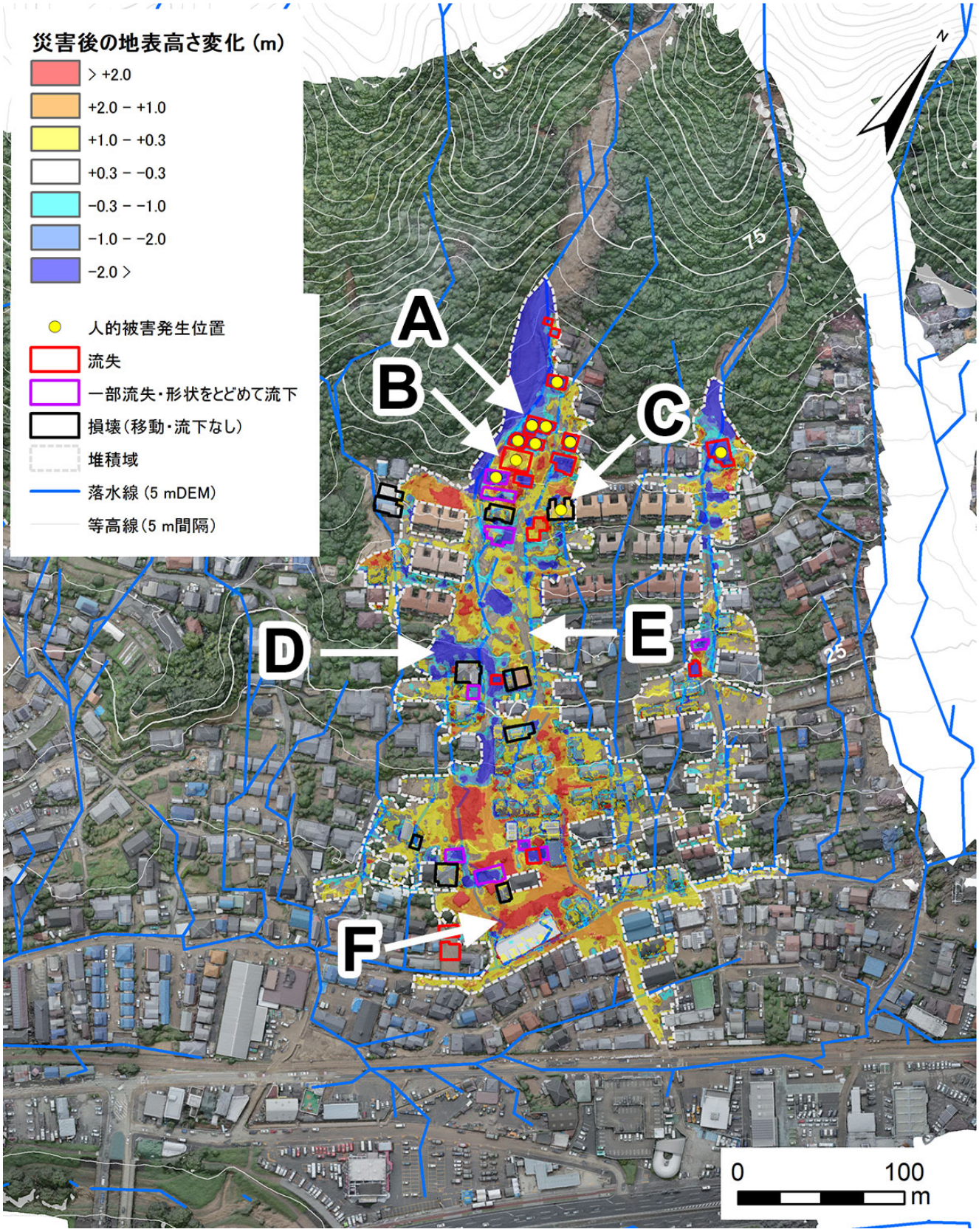
得られた結果のうち、八木3地区を図示する。中央部に落水線が近接して2本あり、約25 m幅の広い主流路となった。上下70 mの区間に分布する7棟が流失し、20名の犠牲者を生じた（A）。この並びの最下流部にある住宅では、建物の一部が形状をとどめたまま下方に移動し、2名の犠牲者を生じた。また、この住宅の並びの中間部にあったアパートが土石流により流失したが、災害前空中写真では空き地であったため、DSMの高さ変化の見かけ上は、堆積にみえた（B）。落水線上に位置する県営住宅の建物では土砂等が流れ込み、1名の犠牲者を生じた（C）。主流路に隣接する植生域のうち、流路に近い側が侵食された（D）。主流路の流下経路上に、土砂の堆積厚が薄いエリアがあった（E）。主流路の突き当りにある駐車場には、層厚2 mを超える土砂が堆積した。オルソ画像では、堆積物は泥状のテクスチャーを示した（F）。

参考文献

国土交通省 (2018a) 土砂災害防止法の概要
国土交通省 (2018b) 土砂災害警戒区域の検証

キーワード：土石流、2014年8月豪雨、土砂堆積量、無人航空機、SfM多視点ステレオ写真測量
Keywords: debris flow, heavy rain in August 2014, volume of sediment deposition, UAV, SfM-MVS Photogrammetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題
Land use change after tsunami and its problems in Kii peninsula

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2]
*Kenta Okidate[1], Tatsuto Aoki[2]

1. 金沢大学人文学類、2. 金沢大学地域創造学類
1. School of Humanities, Kanazawa University, 2. School of Regional Development Studies, Kanazawa University

東日本大震災の発生や南海トラフ地震の予測の進捗を受けて、津波防災への関心が社会的に高まっている。日本列島において沿岸の低地は住民の居住域である一方、津波襲来時には浸水域ともなることから、津波防災を考える上で津波防災と土地利用を結び付けた研究は重要である。しかし、その対象地には偏りが見られ、特に南海トラフ地震の発生により甚大な被害が危惧されている地域においては研究の蓄積が不十分である。そこで本稿では、紀伊半島沿岸における防災・減災を考慮した土地利用計画策定のため、過去の津波被災後の土地利用変遷を定量的に分析し、その地域的特徴と課題を明示した。

白浜地区、串本地区、那智湾周辺地区の3つの対象地区はいずれも昭和東南海地震(1944年)および昭和南海地震(1946年)にて津波被害を受けており、南海トラフ地震の震源域にも近い位置にある。市街地は背後に山地が迫った海岸の狭隘な平野や砂州上に形成されており、被災後は具体的な計画が示されないまま復興が行われた。

1947年、1965年、1986年、2002年の4年代の空中写真から6つの分類に則って土地利用を判読し、QGISを用いて地理情報データを作成・解析した。また、聞き取り調査や補完として現地踏査も行った。これによって対象3地区における土地利用変遷の様相を明らかにした。

住宅・建築物は、小規模な市街地がそれぞれ拡大・連接することで大きく増加した。その要因としては、荒地・農用地や森林・原野の転用が挙げられる。特に1947年から1965年にかけては、津波によって浸水した更地から住宅・建築物への転換が顕著であった。住宅・建築物の転用元としては森林・原野よりも荒地・農用地が多いことも分かった。1947年時点での陸地面積が少なかった串本地区では、海域の埋め立てによる住宅・建築物や荒地・農用地の増加も見られた。港湾の陸域はすべての対象地区で大幅な増加が見られ、その多くが埋め立てによるものであることが分かった。また、対象地区すべてで埋め立てによって津波浸水域が拡大し、津波浸水域内の宅地化が進行していた。年代を追うごとに宿泊施設や公共施設といった大型施設が津波浸水域内に増えていることも分かった。

分析の結果、原地への復興、宅地の増加、荒地・農用地から住宅・建築物への転用、大規模な港湾施設の整備の4つの地域的特徴が明らかになった。これらの要因としては地形的制約や観光開発のほか、人口増加などにより住宅の需要が増大したことや漁業従事者が農業従事者より多いという対象地区の経済構造などが挙げられる。また対象地区の土地利用変遷には、海岸の平野部における高密度な宅地の立地、海域の大規模な埋め立てによる宅地や港湾施設の整備、海岸における大型建造物の林立という3つの課題があると考えられる。これらは対象地区の防災政策において重視されている避難行動を妨げる恐れがあり、現在に至るまで計画の策定がなかったことで発生したと考えられる。課題の解消には、津波に対して安全な土地利用の実現に向けた長期的な計画を策定することが急務である。

キーワード：防災、南海トラフ地震、土地利用、地理情報システム
Keywords: Disaster prevention, Nankai Trough Earthquake, land use, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討
Reconstruction of the building damages caused by the Typhoon Kathleen and analyses of their land conditions at the southern foot of the Akagi Volcano using U.S. military aerial photographs

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2]
*Masafumi Aoyama[1], Yoshiki Saito[2]

1. 群馬大学教育学部、2. 群馬大学大学院生
1. Faculty of Education, Gunma University, 2. Graduate Student, Gunma University

１．はじめに

地域における洪水リスク評価には、過去の浸水履歴が重要な基礎資料となる。また、近年の自然災害の多発により、学校現場における防災教育や災害リスク管理などの強化が求められている。赤城山南麓では、1947年カスリーン台風がもたらした多量の降雨により多くの領域で浸水被害が発生したが、その分布や土地条件などについて、詳細な検討が行われてきたとは言い難い。それらのことを背景として、本発表では、カスリーン台風における河川氾濫による浸水および浸水被害について、地表状態を明瞭に判読できる米軍撮影空中写真が存在する赤城山南麓を対象として、空中写真の判読とGIS（地理情報システム）を活用した浸水域および浸水被害状況の詳細な復元、および浸水域と浸水（建物）被害発生地点の土地条件の検討、調査対象地域内に立地する小・中学校のカスリーン台風における浸水履歴の有無について検討を行った。なお、本発表は、第二著者の齋藤の修士論文における研究成果に基づく。

２．研究方法

1）カスリーン台風における浸水域を復元するため、発災後の1947年、1948年に米軍が撮影したモノクロ空中写真を用いた判読を行った。また、市町村史におけるカスリーン台風による浸水状況や被害に関する記述を抽出し、その一部に関しては上述の米軍撮影空中写真の判読による照合・確認を行った。2）本調査対象地域の地形条件を明らかにするため、おもに1961年国土地理院撮影空中写真の実体視による判読と現地踏査により、地形分類図を作成した。3）河川氾濫による甚大な建物被害が多数発生した伊勢崎市中心部広瀬川右岸域と前橋市大胡町中心部を対象として、発災前後の米軍撮影空中写真の判読により流失建物や浸水建物などの抽出を行った。4）それらの甚大な建物被害が生じた2つの地域においては、カスリーン台風がもたらした河川氾濫による浸水状況や浸水被害などに関する住民への聞き取り調査を実施した。5）米軍撮影空中写真の判読から得られた浸水域や建物被害発生地点などの土地条件について、GISを用いた解析から検討を行った。

３．結果と考察

浸水域の認定に関しては、洪水流がもたらした土砂（洪水堆積物）や流失建物などの存在が確認された領域を明瞭な浸水域、洪水堆積物が薄く被覆（堆積）し、空中写真の画像上で白っぽく見える領域を不明瞭な浸水域として認定した。

調査対象地域を流下する赤城白川、荒砥川、粕川、桃ノ木川、広瀬川のいずれの流域においても洪水堆積物が分布しており、明瞭・不明瞭な浸水域が存在することを確認できた。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域では、河道沿いの多くの建物が流失、浸水していた。大胡町中心部では荒砥川の氾濫により広範囲が浸水し、多くの建物が流失、浸水したことが判読された。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域に設定した調査対象地域内において、地形条件ごとの建物流失被害発生率をみると、旧河道では74.2%の建物が流失した一方で、自然堤防上では10.6%であり、建物流失被害は旧河道に集中的に発生していた。この理由として、攻撃斜面側の左岸域に河床からの比高の大きい火山麓扇状地が存在し、右岸域には微高地（自然堤防）が存在するといった地形的制約に

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

よって、相対的な低標高域を形成する旧河道に速い流速の洪水流が集中して流下したことが考えられる。前橋市大胡町中心部に設定した調査対象地域内においても、高水敷に存在していた建物はすべて流出し、谷底平野（17.5%）、低位段丘（4.5%）などにおいて建物流失が生じた。この地区では、荒砥川からの洪水流は火山麓扇状地や火砕流台地などの河床からの比高が大きい地形によって流路が規制され、谷底平野上に集中的に流下し、河床からの比高が数m程度の低位段丘上も浸水し、甚大な建物被害が生じたと考えられた。これら両地区では、河川氾濫の状況や浸水被害に関する情報について、住民を対象とした聞き取り調査からも得ることができた。

赤城山南麓の調査対象地域内に存在する小・中学校は48校（前橋市29校、伊勢崎市19校）あり、カスリーン台風における浸水の有無をみると、カスリーン台風時に浸水した地点に立地する小・中学校は12校（25%）存在していることが明らかとなった。それらの浸水履歴を有する小・中学校のなかにはハザードマップに浸水の危険度（浸水深）が図示されていないものもあり、学校が立地している土地条件や洪水リスクを十分に把握・検討し、必要に応じた対策を講ずる必要がある。

キーワード：1947年カスリーン台風、洪水リスク評価、浸水建物被害、米軍空中写真、赤城山南麓
Keywords: Typhoon Kathleen, flood risk assessment, building damage, U.S. military aerial photographs, southern foot of the Akagi Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

🏛2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 🏛ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や、地図による具体的な空間表現の成果を発表する．本セッションは日本語で行う。

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発
Development of 3D Web map making service, MyMap3D

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2]
*Yoshiharu Nishioka[1], Kaoru Kitao[2]

1. 独立行政法人産業技術総合研究所、2. 合資会社キューブワークス
1. National Insititute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. CubeWorks Inc.

利用者が自由に3Dウェブ地図を作成できるサービスとして，MyMap3Dの開発を行った．

地形作成に使用する標高データは，基本的には国土地理院が提供するPNG形式の標高タイルを使用しており，誰でも無償で利用できる．

デフォルト状態では富士山周辺の国土地理院の標準地図上に，20万分の1日本シームレス地質図V2（産業技術総合研究所）が表示され，ゆっくりと回転する．さらに，表示設定のほとんどの項目を変更できるように設計されており，URLのクエリパラメータを使って指定する．例えば，ベースマップの上に表示する地図はoverlayパラメータで別の地図に変更することができ，WMSやタイルサービス，範囲が既知でWeb上に公開させている地図を指定できる．このほかに指定できるパラメータには，範囲，ズームレベル，高さの誇張係数，背景地図，カメラ設定，光源設定，マーカー，回転速度，標高データソースなどがある．3D地図の表示はthree.jsを介してWebGLを用いて行っている．

キーワード：3D、地図、WebGL、標高、PNG標高タイル
Keywords: 3D, map, WebGL, Elevation, PNG Elevation tile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作
Experimental hazard map for accurate communication

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1]
*Ryo Endo[1], Takayuki Nakano[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

防災対策や災害発生時の避難などに活用するために、各地方自治体でハザードマップが作成・公表されている。ハザードマップの地図表現には色彩が多用されている。しかしながら、情報過多や色の混在によって視認性が低下するケースが散見される。本報告では、ハザードマップの情報の正確かつ理解度を向上させることを目指し、以下の事項を考慮したハザードマップの作成を試みた。なお、試作したハザードマップは、紙媒体の液状化のハザードマップである。

１．背景地図

ハザードマップの背景地図として、都市計画図や地形図などが使用されているものが多い。しかしながら、これらの背景図の中には、地図のスキャンに起因すると考えられる低解像度のものが含まれており、判読が困難になっている。背景図の可読性を確保するため、ベクトルデータを用いて作成した。

２．ハザードマップに掲載する情報

ハザードマップに記載されている事項として、防災関係機関（役所・消防・警察）、避難経路・避難所、病院などがあるが、情報過多による視認性低下を防ぐため、①ハザードの危険度毎の領域に関する情報、②避難に関する情報を中心に、項目を絞った。

３．配色

ハザードマップでは、災害危険度をはじめ地図表現に多くの色が使用されている。しかしながら、色覚の特性には個人差があり、全ての人が同じように色を認識するわけではない。たとえば、男性の約5%、女性の約0.2%が赤と緑の区別がつきにくい色覚特性を持つことが指摘されている（たとえば、伊藤（2012））。そこで、災害危険度の表現を中心に赤と緑の組み合わせを避ける、明度や彩度などに注意してハザードマップを試作した。色覚異常の人々が、試作したハザードマップの情報を適切に読み取れるかどうか、Adobe photoshop CC 2018で作成したシミュレーション画像を用いて確認した。

【参考文献】

伊藤啓 (2012) カラーユニバーサルデザイン　色覚バリアフリーを目指して, 情報管理, 55, 5, 307-317.

キーワード：ハザードマップ、ユニバーサルデザイン、配色
Keywords: hazard map, universal design, color scheme

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

Effectiveness of color hillshade with multiple light sources for geopark guide maps : A case of the North Ibaraki Geopark Project

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Keiko SUZUKI[1], Go ISHIKAWA[1], Mamoru KOARAI[2], Rika IMAIZUMI[3], Naoki TAKEDA[4]

1. 株式会社東京地図研究社、2. 茨城大学、3. 朝日航洋株式会社、4. 茨城県北ジオパーク構想推進協議会
1. Tokyo Map Research Inc., 2. Ibaraki University, 3. Aero Asahi Co., Ltd., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

日本国内では2018年時点で44地域のジオパークが認定され，それぞれのジオパークでは地域の特徴的な地形や地質を見処としたジオサイトの紹介や，教育や観光への活用を目的とした多数のガイドマップが作成されている．それらのガイドマップは，ユーザーが理解しやすい地形や地質情報が重要視され，高精度の標高データを利用したものや，GISによる地形解析結果を使用した地形表現が採用されているガイドマップも存在する．

茨城県北部を対象とした茨城県北ジオパーク構想においても，過去にジオサイトマップを作成しているが，地形や地質表現は必ずしも十分なものではなかった．そこで筆者らは，地形や地質を空間的に理解しやすい地形表現を検討し，本ジオパーク構想のジオサイトにおけるガイドマップの改訂を試みた．地形表現は，地図情報を表示しても見やすく実用的であること，また，ガイドマップとしての美しさと親しみやすさも要求されることを踏まえて陰影段彩図を適用することとし，縮尺や地域的特徴によって単光源，多重光源，多重光源疑似陰影の３種類を検討した．本発表ではその取り組みと，地形表現および地図表現について報告する．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている．

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、ガイドマップ
Keywords: Color hillshade with multiple light sources, North Ibaraki Geopark Project, Guide map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

Estimation of three-dimensional structure of forest using LiDAR data in Abukuma mountainous region

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2]
Akane Narikiyo[1], *Mamoru Koarai[1], Wataru Murakami[2], Yasuhiro Ogawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2. 森林総合研究所
1. Earth Science course, College of Science, Ibaraki University, 2. Forest Research Institute

花崗岩地域では表層崩壊である斜面崩壊が多く起こっている。表層崩壊に対しては樹木根系による崩壊抵抗力が期待されている。しかし、根系発達の研究を行うためには根を掘り出す必要があるため、根系の研究はあまりなされていない。阿武隈山地南部の伐採地で根系データを収集したところ、切株の直径と根の横幅、根の深さにはある程度相関があるという結果が出た。一方、岡谷ほか(2013)では、航空レーザ計測(LiDAR)データにより森林の3次元構造を把握する手法が検討されており、樹高、本数、胸高直径を推定できる可能性が示唆されている。そこで、花崗岩地域である阿武隈山地における樹木根系のデータを用いて花崗岩風化と根系発達の関係を調べると共に、LiDARを用いて推定した樹木データの有用性を検討した。

福島県矢大臣山西麓の伐採地で現地調査を行い、樹種、切株の直径、根の深さ、根の横幅、風化層、地形(斜面方位、斜面上下、斜面型など)についてデータを収集した。一方、航空レーザ測量(LiDAR)データの有用性を検討するために同地域の伐採前のLiDARデータから樹木データを取得した。この際、方形区(10ｍ×20ｍ)を斜面型の違いで設置して毎木調査を行い、切株の位置・本数・断面積和を調査し、LiDARデータと比較した。断面積和に関するLiDARデータとして透過率(グラウンドデータ/オリジナルデータ)を用いた。また樹高に関しても、伐採地近隣の樹林帯を利用して樹木の位置、樹高、胸高直径を測定し比較した。

今回の調査で、切株の直径と根の横幅、根の深さには正の相関が見られ、有機物含有層厚が薄いほど根の横幅が大きい傾向が確認できた。LiDARデータと現地のデータを2つの方形区で比較すると、5ｍ×5ｍの小範囲では本数と胸高直径断面積和に関してほとんど合っていなかったが、2つの方形区で比べると現地調査結果で本数の多い方形区でLiDARデータによる抽出でも本数が多く、断面積和と透過率は逆相関の関係となり、傾向が一致した。樹高に関しては10本のうち7本が1ｍ以内の誤差で求められた。樹高と胸高直径について散布図を作成したところ強い相関を見ることができた。

現地調査で根の横幅や深さと切株の直径について相関が、樹高と胸高直径に強い正の相関が見られたことから、航空レーザデータによって広範囲で樹高が推定できれば根系の発達状況も推定でき,、広範囲で斜面崩壊危険度を容易に推定できる可能性が示唆された。

キーワード：航空レーザデータ、森林三次元構造、花崗岩、阿武隈山地
Keywords: LiDAR data, three dimensional structure of forest, granite, Abukuma Mountainous region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方
Disaster information sharing of welfare service workers based on knowledge from experience in a tsunami disaster area

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1]
*ARISA INOUE[1], Yoshiki Wakabayashi[1]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科
1. Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

2011年に発生した東日本大震災の教訓を受けて，災害時に支援を必要とする高齢者を多く抱えた介護サービス事業所の避難計画の改善が喫緊の課題となっている．本研究は，茨城県大洗町を対象として，介護サービス事業所の職員がもつ災害知を面接調査によって明らかにし，災害情報共有の現状と課題を検討することを目的とする．

対象地域は，東日本大震災時に津波の被害を受けた茨城県東茨城郡大洗町である．調査対象者は，大洗町福祉課介護保険係に登録されている介護サービス事業所のうち居宅介護支援と訪問介護，訪問介護を除いた事業所（10事業所）で，調査許可が得られた5事業所の震災時対応責任者である．調査方法は半構造化面接を行った．

調査の結果，介護サービス事業所の避難行動は施設立地に関係するが，どのような避難行動をとるべきかを把握しているかと施設立地との関連性は小さいことが明らかになった．また行政が発行する津波ハザードマップの情報や各施設のマニュアルについて職員は信頼しておらず，職員が有する災害知を最も信頼していることが明らかとなった．むしろ震災時対応責任者が考える津波浸水範囲においては，東日本大震災の経験の有無によって大きな差がみられる．東日本大震災を経験した震災時対応責任者が考える津波浸水範囲は，全体的には施設立地による大きな差はみられないものの，細部において施設立地による差が現れた．震災時対応責任者が考える避難危険地域については，施設の立地場所によって震災時対応責任者が考える危険な場所は異なるが，実際は自然的要因と人為的要因の二つに分けられることが分かった．これらの結果から，津波浸水範囲と同様に，知識の差は東日本大震災の経験の有無が大きく関わっている．

本研究で明らかになったのは，震災時の対応責任者は災害知をもとに今後も避難意思決定や避難行動をする可能性が高いが，他の施設間での災害知の共有化・修正・継承は十分に行われていないことである．その原因としては，介護職員の離職率の高さや，日々の対応が多忙で災害時のことまで考える余裕がないこと，夜間時の災害の対応など事業所単体では災害対応できる範囲が限られてくること，同業他社間での関係性の希薄さなどが考えられる．以上の結果から，今後は，災害を経験した職員が経験していない職員への知識の継承ないしは同業他社間での知識の共有と修正が課題として指摘できる．とくに，介護サービス事業所の職員のもつ災害知と専門家がもつ専門的な知識，自治体がもつ知識を共有し，一方的ではない知識の更新を継続することが重要になる．

キーワード：災害情報、津波、福祉施設、ハザードマップ、大洗町
Keywords: disaster information, tsunami, welfare facilities, hazard map, Oarai-machi

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー
Spatial analysis of children's commuting space - a case study of Toyama city elementary school -

*大西 宏治[1]
*Koji Ohnishi[1]

1. 富山大学人文学部
1. Department of Humanities, University of Toyama

登下校における児童の安全安心への社会的な関心は1990年代以降、高くなっている。児童は屋外空間を利用して学校ー自宅の間を行き来する。件数は多くはないが、犯罪、事故の被害から児童を守るために見守り活動や都市の整備が行われている。これらの効果的な取り組みのために、児童の屋外活動、特に登下校がどのように行われているのかを把握する必要がある。現在では情報通信技術（ITC）の進歩により、児童の位置情報を利用した研究が可能となりつつある。富山市ではスマートシティ推進基盤構築事業としてLPWAが居住域98%をカバーする基盤を構築した。そこで芝園小学校区と速星小学校区でLoRaWANによる位置情報端末を用いた児童の位置情報を用いて登下校空間の特徴を把握した。芝園小学校区は中心市街地の、速星小学校区は郊外住宅団地と工業地域を抱える小学校区である。また、芝園小学校は個別の登校を、速星小学校は集団登校を実施している。位置情報取得のセンサーデバイスからは1分間隔でGPS位置情報（緯度・経度）を送信される。実施期間は2019年1月21日から2月15日の期間で、芝園小学校区で267名、速星小学校区で550名の参加者が得られた。分析は分布と密度の観点から行った。その結果、設定されている通学路に沿った形で高密度の点分布が見られることがわかり、学校が設定している通学路が卓越して利用されていることがわかった。しかしながら、学校が指定していない経路でも学童保育などへの移動の便から意外な小径も高密度で使われている事例も収集された。また登校と下校をする児童数は同じだが、登下校で密度分布に大きな差が見られた。これは放課後の活動により児童の移動が下校時に多様になるためであると考えられる。時刻別に点分布をみると危険地点を通過する時刻が明らかとなり、地域社会が対処すべき課題をわかりやすく示すことができた。学年別の点分布の差をみると低学年ほど広がりを持つこともわかった。これは低学年が下校時に保護者の自動車移動に依存して様々な場所へ移動するのに対して、高学年になると自律的な移動や帰宅後に外出するためだと考えられる。大量の児童の位置情報より、今まで定性的な結論付けしかできなかった検証のエビデンスにつながる結果がみえてきたことに大きな意義を得た。今回の研究結果は、児童の安全を守る地域のステークホルダーとの連携協議を行う時に活かされるものである。

キーワード：児童、通学、位置情報、ICT
Keywords: elementary school children, commuting, position information, ICT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や、地図による具体的な空間表現の成果を発表する．本セッションは日本語で行う。

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発
Development of 3D Web map making service, MyMap3D

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2]
*Yoshiharu Nishioka[1], Kaoru Kitao[2]

1. 独立行政法人産業技術総合研究所、2. 合資会社キューブワークス
1. National Insititute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. CubeWorks Inc.

利用者が自由に3Dウェブ地図を作成できるサービスとして，MyMap3Dの開発を行った．

地形作成に使用する標高データは，基本的には国土地理院が提供するPNG形式の標高タイルを使用しており，誰でも無償で利用できる．

デフォルト状態では富士山周辺の国土地理院の標準地図上に，20万分の1日本シームレス地質図V2（産業技術総合研究所）が表示され，ゆっくりと回転する．さらに，表示設定のほとんどの項目を変更できるように設計されており，URLのクエリパラメータを使って指定する．例えば，ベースマップの上に表示する地図はoverlayパラメータで別の地図に変更することができ，WMSやタイルサービス，範囲が既知でWeb上に公開させている地図を指定できる．このほかに指定できるパラメータには，範囲，ズームレベル，高さの誇張係数，背景地図，カメラ設定，光源設定，マーカー，回転速度，標高データソースなどがある．3D地図の表示はthree.jsを介してWebGLを用いて行っている．

キーワード：3D、地図、WebGL、標高、PNG標高タイル
Keywords: 3D, map, WebGL, Elevation, PNG Elevation tile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作
Experimental hazard map for accurate communication

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1]
*Ryo Endo[1], Takayuki Nakano[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

防災対策や災害発生時の避難などに活用するために、各地方自治体でハザードマップが作成・公表されている。ハザードマップの地図表現には色彩が多用されている。しかしながら、情報過多や色の混在によって視認性が低下するケースが散見される。本報告では、ハザードマップの情報の正確かつ理解度を向上させることを目指し、以下の事項を考慮したハザードマップの作成を試みた。なお、試作したハザードマップは、紙媒体の液状化のハザードマップである。

１．背景地図

ハザードマップの背景地図として、都市計画図や地形図などが使用されているものが多い。しかしながら、これらの背景図の中には、地図のスキャンに起因すると考えられる低解像度のものが含まれており、判読が困難になっている。背景図の可読性を確保するため、ベクトルデータを用いて作成した。

２．ハザードマップに掲載する情報

ハザードマップに記載されている事項として、防災関係機関（役所・消防・警察）、避難経路・避難所、病院などがあるが、情報過多による視認性低下を防ぐため、①ハザードの危険度毎の領域に関する情報、②避難に関する情報を中心に、項目を絞った。

３．配色

ハザードマップでは、災害危険度をはじめ地図表現に多くの色が使用されている。しかしながら、色覚の特性には個人差があり、全ての人が同じように色を認識するわけではない。たとえば、男性の約5%、女性の約0.2%が赤と緑の区別がつきにくい色覚特性を持つことが指摘されている（たとえば、伊藤（2012））。そこで、災害危険度の表現を中心に赤と緑の組み合わせを避ける、明度や彩度などに注意してハザードマップを試作した。色覚異常の人々が、試作したハザードマップの情報を適切に読み取れるかどうか、Adobe photoshop CC 2018で作成したシミュレーション画像を用いて確認した。

【参考文献】

伊藤啓 (2012) カラーユニバーサルデザイン　色覚バリアフリーを目指して, 情報管理, 55, 5, 307-317.

キーワード：ハザードマップ、ユニバーサルデザイン、配色
Keywords: hazard map, universal design, color scheme

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

Effectiveness of color hillshade with multiple light sources for geopark guide maps : A case of the North Ibaraki Geopark Project

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Keiko SUZUKI[1], Go ISHIKAWA[1], Mamoru KOARAI[2], Rika IMAIZUMI[3], Naoki TAKEDA[4]

1. 株式会社東京地図研究社、2. 茨城大学、3. 朝日航洋株式会社、4. 茨城県北ジオパーク構想推進協議会
1. Tokyo Map Research Inc., 2. Ibaraki University, 3. Aero Asahi Co., Ltd., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

日本国内では2018年時点で44地域のジオパークが認定され，それぞれのジオパークでは地域の特徴的な地形や地質を見処としたジオサイトの紹介や，教育や観光への活用を目的とした多数のガイドマップが作成されている．それらのガイドマップは，ユーザーが理解しやすい地形や地質情報が重要視され，高精度の標高データを利用したものや，GISによる地形解析結果を使用した地形表現が採用されているガイドマップも存在する．

茨城県北部を対象とした茨城県北ジオパーク構想においても，過去にジオサイトマップを作成しているが，地形や地質表現は必ずしも十分なものではなかった．そこで筆者らは，地形や地質を空間的に理解しやすい地形表現を検討し，本ジオパーク構想のジオサイトにおけるガイドマップの改訂を試みた．地形表現は，地図情報を表示しても見やすく実用的であること，また，ガイドマップとしての美しさと親しみやすさも要求されることを踏まえて陰影段彩図を適用することとし，縮尺や地域的特徴によって単光源，多重光源，多重光源疑似陰影の３種類を検討した．本発表ではその取り組みと，地形表現および地図表現について報告する．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている．

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、ガイドマップ
Keywords: Color hillshade with multiple light sources, North Ibaraki Geopark Project, Guide map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

Estimation of three-dimensional structure of forest using LiDAR data in Abukuma mountainous region

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2]
Akane Narikiyo[1], *Mamoru Koarai[1], Wataru Murakami[2], Yasuhiro Ogawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2. 森林総合研究所
1. Earth Science course, College of Science, Ibaraki University, 2. Forest Research Institute

花崗岩地域では表層崩壊である斜面崩壊が多く起こっている。表層崩壊に対しては樹木根系による崩壊抵抗力が期待されている。しかし、根系発達の研究を行うためには根を掘り出す必要があるため、根系の研究はあまりなされていない。阿武隈山地南部の伐採地で根系データを収集したところ、切株の直径と根の横幅、根の深さにはある程度相関があるという結果が出た。一方、岡谷ほか(2013)では、航空レーザ計測(LiDAR)データにより森林の3次元構造を把握する手法が検討されており、樹高、本数、胸高直径を推定できる可能性が示唆されている。そこで、花崗岩地域である阿武隈山地における樹木根系のデータを用いて花崗岩風化と根系発達の関係を調べると共に、LiDARを用いて推定した樹木データの有用性を検討した。

福島県矢大臣山西麓の伐採地で現地調査を行い、樹種、切株の直径、根の深さ、根の横幅、風化層、地形(斜面方位、斜面上下、斜面型など)についてデータを収集した。一方、航空レーザ測量(LiDAR)データの有用性を検討するために同地域の伐採前のLiDARデータから樹木データを取得した。この際、方形区(10ｍ×20ｍ)を斜面型の違いで設置して毎木調査を行い、切株の位置・本数・断面積和を調査し、LiDARデータと比較した。断面積和に関するLiDARデータとして透過率(グラウンドデータ/オリジナルデータ)を用いた。また樹高に関しても、伐採地近隣の樹林帯を利用して樹木の位置、樹高、胸高直径を測定し比較した。

今回の調査で、切株の直径と根の横幅、根の深さには正の相関が見られ、有機物含有層厚が薄いほど根の横幅が大きい傾向が確認できた。LiDARデータと現地のデータを2つの方形区で比較すると、5ｍ×5ｍの小範囲では本数と胸高直径断面積和に関してほとんど合っていなかったが、2つの方形区で比べると現地調査結果で本数の多い方形区でLiDARデータによる抽出でも本数が多く、断面積和と透過率は逆相関の関係となり、傾向が一致した。樹高に関しては10本のうち7本が1ｍ以内の誤差で求められた。樹高と胸高直径について散布図を作成したところ強い相関を見ることができた。

現地調査で根の横幅や深さと切株の直径について相関が、樹高と胸高直径に強い正の相関が見られたことから、航空レーザデータによって広範囲で樹高が推定できれば根系の発達状況も推定でき,、広範囲で斜面崩壊危険度を容易に推定できる可能性が示唆された。

キーワード：航空レーザデータ、森林三次元構造、花崗岩、阿武隈山地
Keywords: LiDAR data, three dimensional structure of forest, granite, Abukuma Mountainous region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方
Disaster information sharing of welfare service workers based on knowledge from experience in a tsunami disaster area

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1]
*ARISA INOUE[1], Yoshiki Wakabayashi[1]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科
1. Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

2011年に発生した東日本大震災の教訓を受けて，災害時に支援を必要とする高齢者を多く抱えた介護サービス事業所の避難計画の改善が喫緊の課題となっている．本研究は，茨城県大洗町を対象として，介護サービス事業所の職員がもつ災害知を面接調査によって明らかにし，災害情報共有の現状と課題を検討することを目的とする．

対象地域は，東日本大震災時に津波の被害を受けた茨城県東茨城郡大洗町である．調査対象者は，大洗町福祉課介護保険係に登録されている介護サービス事業所のうち居宅介護支援と訪問介護，訪問介護を除いた事業所（10事業所）で，調査許可が得られた5事業所の震災時対応責任者である．調査方法は半構造化面接を行った．

調査の結果，介護サービス事業所の避難行動は施設立地に関係するが，どのような避難行動をとるべきかを把握しているかと施設立地との関連性は小さいことが明らかになった．また行政が発行する津波ハザードマップの情報や各施設のマニュアルについて職員は信頼しておらず，職員が有する災害知を最も信頼していることが明らかとなった．むしろ震災時対応責任者が考える津波浸水範囲においては，東日本大震災の経験の有無によって大きな差がみられる．東日本大震災を経験した震災時対応責任者が考える津波浸水範囲は，全体的には施設立地による大きな差はみられないものの，細部において施設立地による差が現れた．震災時対応責任者が考える避難危険地域については，施設の立地場所によって震災時対応責任者が考える危険な場所は異なるが，実際は自然的要因と人為的要因の二つに分けられることが分かった．これらの結果から，津波浸水範囲と同様に，知識の差は東日本大震災の経験の有無が大きく関わっている．

本研究で明らかになったのは，震災時の対応責任者は災害知をもとに今後も避難意思決定や避難行動をする可能性が高いが，他の施設間での災害知の共有化・修正・継承は十分に行われていないことである．その原因としては，介護職員の離職率の高さや，日々の対応が多忙で災害時のことまで考える余裕がないこと，夜間時の災害の対応など事業所単体では災害対応できる範囲が限られてくること，同業他社間での関係性の希薄さなどが考えられる．以上の結果から，今後は，災害を経験した職員が経験していない職員への知識の継承ないしは同業他社間での知識の共有と修正が課題として指摘できる．とくに，介護サービス事業所の職員のもつ災害知と専門家がもつ専門的な知識，自治体がもつ知識を共有し，一方的ではない知識の更新を継続することが重要になる．

キーワード：災害情報、津波、福祉施設、ハザードマップ、大洗町
Keywords: disaster information, tsunami, welfare facilities, hazard map, Oarai-machi

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー
Spatial analysis of children's commuting space - a case study of Toyama city elementary school -

*大西 宏治[1]
*Koji Ohnishi[1]

1. 富山大学人文学部
1. Department of Humanities, University of Toyama

登下校における児童の安全安心への社会的な関心は1990年代以降、高くなっている。児童は屋外空間を利用して学校ー自宅の間を行き来する。件数は多くはないが、犯罪、事故の被害から児童を守るために見守り活動や都市の整備が行われている。これらの効果的な取り組みのために、児童の屋外活動、特に登下校がどのように行われているのかを把握する必要がある。現在では情報通信技術（ITC）の進歩により、児童の位置情報を利用した研究が可能となりつつある。富山市ではスマートシティ推進基盤構築事業としてLPWAが居住域98%をカバーする基盤を構築した。そこで芝園小学校区と速星小学校区でLoRaWANによる位置情報端末を用いた児童の位置情報を用いて登下校空間の特徴を把握した。芝園小学校区は中心市街地の、速星小学校区は郊外住宅団地と工業地域を抱える小学校区である。また、芝園小学校は個別の登校を、速星小学校は集団登校を実施している。位置情報取得のセンサーデバイスからは1分間隔でGPS位置情報（緯度・経度）を送信される。実施期間は2019年1月21日から2月15日の期間で、芝園小学校区で267名、速星小学校区で550名の参加者が得られた。分析は分布と密度の観点から行った。その結果、設定されている通学路に沿った形で高密度の点分布が見られることがわかり、学校が設定している通学路が卓越して利用されていることがわかった。しかしながら、学校が指定していない経路でも学童保育などへの移動の便から意外な小径も高密度で使われている事例も収集された。また登校と下校をする児童数は同じだが、登下校で密度分布に大きな差が見られた。これは放課後の活動により児童の移動が下校時に多様になるためであると考えられる。時刻別に点分布をみると危険地点を通過する時刻が明らかとなり、地域社会が対処すべき課題をわかりやすく示すことができた。学年別の点分布の差をみると低学年ほど広がりを持つこともわかった。これは低学年が下校時に保護者の自動車移動に依存して様々な場所へ移動するのに対して、高学年になると自律的な移動や帰宅後に外出するためだと考えられる。大量の児童の位置情報より、今まで定性的な結論付けしかできなかった検証のエビデンスにつながる結果がみえてきたことに大きな意義を得た。今回の研究結果は、児童の安全を守る地域のステークホルダーとの連携協議を行う時に活かされるものである。

キーワード：児童、通学、位置情報、ICT
Keywords: elementary school children, commuting, position information, ICT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

原子力の平和利用は，エネルギー問題や環境問題等を解決するための糸口になると考えられるが、その一方で，福島第一原子力発電所事故を契機として，原子力施設の耐震安全性，放射性物質の環境動態や放射性廃棄物の処理・処分等の諸問題が顕在化している。また，2017年には高レベル放射性廃棄物地層処分に係る「科学的特性マップ」が公表され，2018年からは同マップに関する対話型全国説明会が開催されるなど，国を中心に地層処分への理解促進に向けた動きが進められ，原子力に対する地球惑星科学に関わる研究者・技術者の説明責任も大きくなっている。本セッションでは，放射性廃棄物の処分に主軸を置き，地層処分や中深度処分の安全性に大きな影響を与える可能性がある，地質環境特性，微生物－核種相互作用，鉱物－水相互作用，セメント－地下水相互作用などに関する発表を広く募集する。加えて，原子力発電所敷地内の活断層やセシウム等の放射性核種の環境動態、汚染除去土壌の減容・再利用など，原子力と地球惑星科学に関連するテーマの発表も歓迎する。これらの発表によって，理学・工学，社会科学といった異文化の交流や協働を促進することを目指す。

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

数値地形解析による海底段丘判読の高度化
Better identification of submerged terraces based on digital terrain analysis

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2]
*Hiura Yuki[1], Tetsuya Komatsu[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

海域を含む沿岸部において隆起量や侵食量を評価するためには、現在の陸域のみならず氷期に広く陸化する大陸棚においても、地殻変動と侵食の指標となる地形の分布やその特徴を把握しておくことが重要である。しかし、深度分布パターンから海底における地殻変動を読み取れる可能性がある海底段丘については、それらの正確な分布把握が課題となっている。そこで本研究では、数値地形解析に基づく海底段丘判読の高度化を検討した。

数値地形解析では、対象海域の海岸線に直交する方向に矩形の解析領域を設定し、その中の深度・面積分布のパターンを読み取った。深度・面積分布にみられるピークは、その深度に平坦面ないしは緩傾斜な斜面が存在することを示し、谷はその深度の面積が狭い、すなわち急斜面が存在することを示す。つまり、深度・面積分布におけるピークの立ち上がり深度は、海底段丘の後面段丘崖基部（遷緩線）とみなせる。数値地形解析には、海底地形デジタルデータ（M7000シリーズ）から作成した90 mメッシュの数値標高モデルを使用した。

日本列島の18海域を対象に数値地形解析を行った。数値地形解析に基づく判読結果とアナグリフ画像判読の結果とを比較すると、数値地形解析から新たに海底段丘を判読することができた場と数値地形解析のみでは海底段丘を判読することが困難であった場が存在した。大まかに言えば、前者に相当する場は、傾斜1°未満の斜面であり、後者に相当する場は、(1) 1本の測線で地形断面を代表させられる解析領域を設定できない、つまり複雑な地形形状をとる場や、(2) 深度・面積変化が相対的に小さいため、深度方向の面積変化のピークがはっきりしない、例えば、傾斜数°以上の斜面に複数段の海底段丘が分布するような場であった。そのため、傾斜1°以上の斜面が広がる大陸棚における海底段丘判読では、アナグリフ画像判読に地形解析を組み合わせた手法の適用が望ましいと結論づけられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地層処分、海底地形、海底段丘、深度面積分布
Keywords: geological disposal, seafloor landform, submerged terrace, depth-area distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討ー紀伊半島の事例ー

Advanced examination technique for river erosion in inland area –a case study of the Kii Peninsula, Japan –

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2]
*Nakanishi Toshimichi[1], Tetsuya Komatsu[1], Manabu Ogata[1], Takashi Hosoya[2], Takumi Kaga[2]

1. 日本原子力研究開発機構、2. 中央開発株式会社
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Chuo Kaihatsu Corporation

内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の一つに、穿入蛇行の跡痕地形である環流旧河谷に着目した方法（安江ほか、2014）が提示されている。しかし、1) 離水時期の編年は十分ではなく、2) 複数の環流旧河谷への手法の適用性も確認されていない。そこで、これらの課題の克服を目指して、環流旧河谷の発達が良い紀伊半島の十津川流域を事例地域として下記の研究開発を実施した。本研究開発は、過去数十万年前以前からの隆起・侵食を把握するための技術の拡充という観点から、地層処分などのサイト選定や安全評価に資するものである。

十津川沿いに分布する環流旧河谷のうち、河床からの比高が100～120 m程度の環流旧河谷に残された平坦面を対象に、長石を用いた光ルミネッセンス年代測定の一種であるpIRIRに適した試料の採取と旧河床高度の認定を目的としたボーリングコア掘削を4か所で実施した。また、環流旧河谷の離水時期を制約するために、環流旧河谷の下流で河床からの比高が40～50 mの河成段丘2地点からpIRIR年代測定や宇宙線生成核種（TCN）年代測定、微化石・テフラ分析のための試料を採取した。さらに、河口付近の海成段丘を構成する標高40 mの露頭からpIRIR年代測定や微化石分析のための試料を採取した。

十津川の本流によって形成されたと考えられる斜交葉理を伴う砂層や円礫まじりの砂礫層が得られたのは、河床からの比高が100 m程度の環流旧河谷1か所のみであった。その他の掘削地点では、風化皮膜の発達した角礫を含む砂礫層が主体であり、それらには泥層や基質支持層が挟在した。これらは、環流旧河谷を埋積した斜面堆積物であると考えられる。また、特に注目すべき点は、河床からの比高が110 m程度の環流旧河谷において、本流によって形成されたと考えられる砂層や円礫を伴う砂礫層が地表から54 m掘削しても確認できなかったことである。これは、環流旧河谷に残された平坦面の標高を旧河床の高さとして読み替えられない場合があることを示す。

今後、上述のコア試料および露頭から採取した砂層においてpIRIRやTCN年代測定を実施して、離水時期を定量的に検討する予定である．また、泥質な層準において火山灰や微化石分析を実施することによって、離水時期を補足的に検討する。上記の結果を統合して、内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の構築を目指す。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地層環境長期安定性評価技術高度化研究）」の成果の一部である。

参考文献：

安江健一・高取亮一・谷川晋一・二ノ宮淳・棚瀬充史・古澤　明・田力正好（2014）内陸部における侵食速度の指標に関する検討：環流丘陵を伴う旧河谷を用いた研究．地質学雑誌，120(12)，435-445.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：段丘、環流旧河谷、編年、第四紀後期、紀伊半島
Keywords: Terrace, Detached meander core, Chronology, Late Quaternary, Kii Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

Hydrothermal experiment on quartz hydration: Toward a development of new dating method for natural phenomena

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1]
*Masakazu Niwa[1], Koji Shimada[1]

1. 日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・侵食などの様々な自然現象の影響を把握することは、原子力施設などの重要建造物の安全評価、ひいては地層処分などにおけるサイト選定にとっても非常に重要である。本研究では、これら自然現象の変動の履歴や現象プロセスを明らかにするための新たな年代測定手法の開発のため、石英の水和反応に着目した検討を行った。

石英は地殻浅部に普遍的に存在する安定な鉱物であるが、非常に遅い速度ではあるものの水が石英中に拡散し、石英表面に水和層が形成されることが知られている。考古学分野では、この水和層の厚さに基づく年代測定手法も提案されている（例えば、Ericson et al., 2004, J. Archaeol. Sci.; Calligaro et al., 2009, Appl. Phys. A）。この石英水和層を用いた年代測定法が地質試料に対しても適用できれば、例えば次のようなことへの反映が期待できる。1) 化石やテフラなどの年代指標に乏しい砂礫層への適用による堆積年代の推定、2) 断層破砕帯物質への適用による断層の活動時期の推定、3) 熱水脈や周辺母岩への適用による熱水活動の温度や継続時間などの推定。本研究ではまず、水和層の形成条件や速度を把握するため、花崗岩（白亜紀後期の江若花崗岩）中の石英粒子を対象として、含水下で100時間、指定の温度（150℃または250℃）・圧力（9.8 MPaまたは25.5 MPa）を加えた水熱実験を行った。さらに、実験後の石英の水和層厚さの測定として、二次イオン質量分析（SIMS）で水素イオン濃度の深さ方向の変化を調べた。

試料はB級の岩盤等級に属する新鮮な花崗岩で、15×15×3 mm角に切り出し、鏡面研磨して実験に供した。水熱実験は二酸化炭素加圧（pH3.2～3.6の酸性条件）と窒素加圧の2ケースで実施した。水熱実験後、鏡面研磨した面の石英の部分にSIMSでCsイオンビームを照射し、二次イオンとして検出される水素イオン強度の深度プロファイルを測定した。水素イオン濃度は、SiO_2標準試料により定量した。

SIMS分析の結果、250℃、25.5 MPa（地下1 kmでの静岩圧に相当）の条件においてのみ表面から約2 μmまでの深さで水素イオン濃度の明瞭な増加が認められた。また、窒素加圧よりも二酸化炭素加圧のケースの方が水素イオン濃度の増加の程度が大きかった。Ericson et al. (2004)に基づき、水素イオン濃度の深度プロファイルを相補誤差関数でフィッティングして求めた水和反応の拡散係数は、考古学試料や人工の石英結晶から得られたそれと調和的な値を示した。アレニウス則により外挿して得られる常温での拡散係数から推定すると、水和層の発達が1万年で最大数μm程度になる場合もあることが期待される。したがって、地質試料に対してもSIMSを用いた同様の測定による石英水和層を用いた年代測定法が適用できる可能性がある。ただし今後、様々な形状を示す実際の地質試料に対し、初期状態を壊すことなく水平面を確保して精度よく測定する手法の構築が課題の一つとなる。

一方、150℃の条件で水素イオン濃度の明瞭な増加が認められなかったのは、アレニウス則から導かれる拡散係数から推定すると、100時間程度の時間ではSIMSで明瞭に検知できるほどの水和層が形成されなかったためと考えられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：自然現象、石英、水和、水熱実験、年代測定
Keywords: natural phenomena, quartz, hydration, hydrothermal experiment, dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率
Diffusion Coefficient and Porosity of Granite for Evaluation of Mobility Parameter

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1]
*Kenji Fukuda[1], Hiroaki Murakami[1], Kaori Itai[2], Masayuki Ishibashi[1], Eiji Sasao[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 株式会社シーテック
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. C･TECH corporation

背景・目的

花崗岩に代表される結晶質岩では，地下水は主に割れ目中を流動するが，地下水の流動速度が非常に遅い場合，地下水中の溶存物質は濃度勾配により割れ目周辺の岩盤へ拡散（マトリクス拡散）し，溶存物質の移動が遅延される。そのため，マトリクス拡散は岩盤中における元素の物質移行挙動を評価する上で重要な現象である。我々はこれまで，岐阜県の土岐花崗岩を対象に，健岩部であっても数十μm程度の微小な空隙が存在し，その空隙が物質移動を抑制する可能性があること（石橋ほか, 2016）や，薄片写真を画像解析して得られる二次元的な空隙率（P_{2D}）が，透過拡散試験で求めたフルオレセインナトリウム（以下「ウラニン」）の実効拡散係数（De）と良い相関があること（石橋, 2017）を見出した。本研究では，土岐花崗岩および日本各地の花崗岩(稲田花崗岩，万成花崗岩，丹沢石英閃緑岩，武節花崗岩，黒髪島花崗岩)の合計13試料を対象に透過拡散試験を実施し，健岩部におけるマトリクス拡散の拡散速度(実効拡散係数)と薄片観察より求めた空隙率の関係性について検討した。

実験方法

透過拡散 (through-diffusion)試験では，岩石試料をφ25 mm, 厚さを5 mmの円柱状に切断・研磨したうえで高濃度側と低濃度側の2つのリザーバーの間に固定した。高濃度側リザーバーには，トレーサーとして塩化ルビジウム(RbCl), 塩化バリウム($BaCl_2$)を各1 mmol L^{-1}, ウラニン ($C_{20}H_{10}Na_2O_5$)を500 mg L^{-1}を含む溶液を, 低濃度リザーバーには超純水をそれぞれ100 mLになるように満たした。溶液中の濃度変化は，高濃度側リザーバーから0.1mL, 低濃度側リザーバーから5mL溶液を分取し測定した。なお低濃度リザーバーから溶液を分取した後は水頭差が出ないよう5 mL超純水を添加し，希釈されたトレーサー濃度は計算で補正した。採取した溶液試料は蛍光光度計(Trilogy Laboratory Fluorometer)，ICP-MS(Agilent 7700x)にて測定した。実効拡散係数は，低濃度側リザーバーのサンプリング時間に対する濃度変化のグラフ（破過曲線）を作成し，定常状態にあると考えられるプロットの傾きから算出した。また，供試体近傍の岩片から作製した薄片を実体蛍光顕微鏡で観察し，薄片写真を解析して二次元的な空隙率(P_{2D})を算出した。

結果

透過拡散試験で得られた各花崗岩のウラニンの実効拡散係数は10^{-15}～10^{-12} m^2s^{-1}オーダー，空隙率（P_{2D}）は0.002～5%であった。図1に本実験による結果および既往の研究結果(石橋, 2017)を引用し，空隙率と実効拡散係数の関係を示す。空隙率(P_{2D})が1%を超える試料についてみると，空隙率(P_{2D})とウラニンの実効拡散係数には，正の相関があるように見受けられる（決定係数(R^2)は0.36程度）。このことは，土岐花崗岩以外の花崗岩においても，空隙率P_{2D}から実効拡散係数を概算できる可能性があることを示している。一方で，P_{2D}が1%を下回る試料は，この傾向から外れた値をとる。P_{2D}の値は試料の空隙のサイズ分布や解析用画像の解像度に依存するため，今後は薄片観察やSEM観察を行うとともに，高解像度の画像解析を実施し，低空隙率の試料に対するP_{2D}法の適用性を検討する必要がある。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献

石橋正祐紀ほか, 深部結晶質岩マトリクス部における微小移行経路と元素拡散現象の特徴，原子力バックエンド研究, vol.23, pp.121-130 (2016).
石橋正祐紀, 結晶質岩における物質移動モデル化技術の新展開 －花崗岩中の空隙構造の分布に関する研究－, 「平成28年度 東濃地科学センター 地層科学研究 情報・意見交換会」資料集, p.16 (2017).

キーワード：花崗岩、実効拡散係数、ウラニン、空隙率
Keywords: granite, Effective diffusion coefficient, uranine, porosity

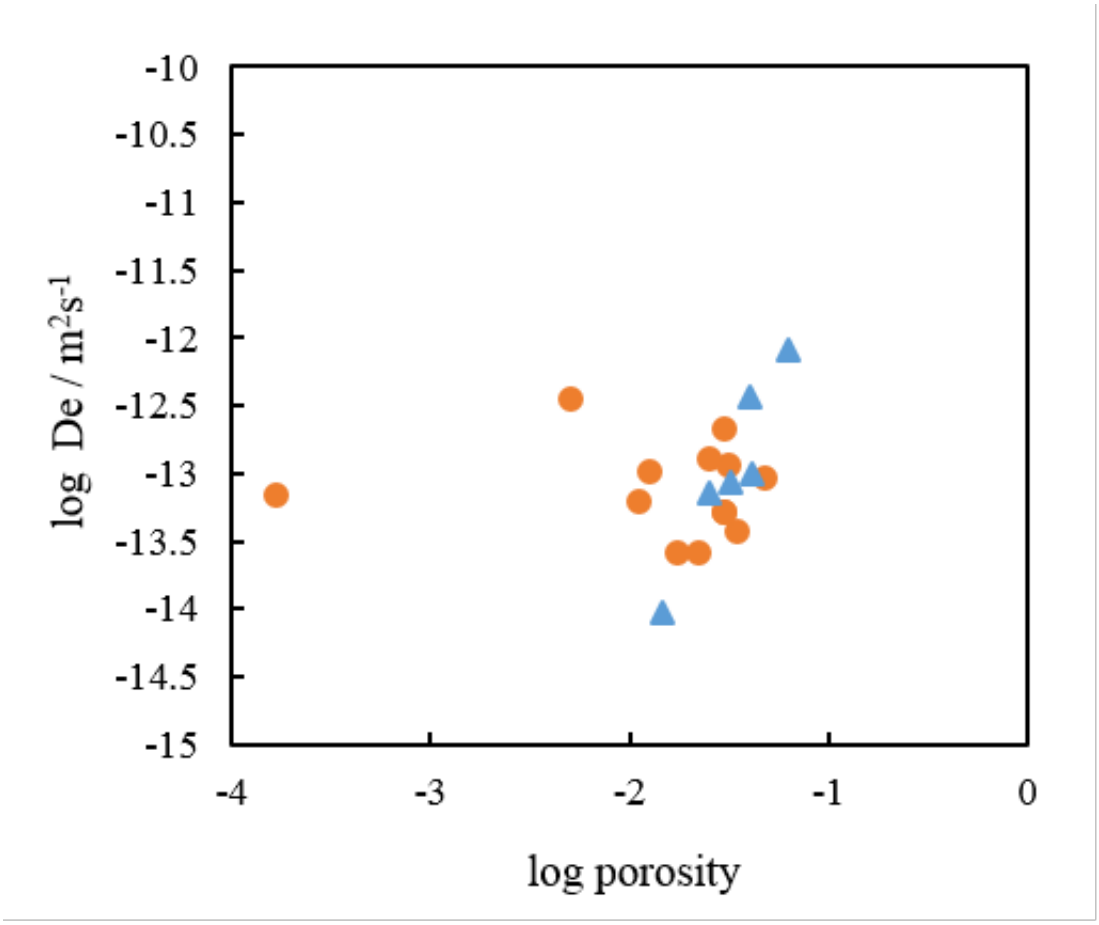


Figure 1 Relationship of logarithmic value of effective diffusion coefficient of uranine versus logarithmic value of the porosity. ●: This work and ▲: Reference value (Ishibashi, 2017).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造
Hydrogeological structure of hydraulic conductive fractures in gallery scale and their rock matrix

*濱田 藍[1]
*Ai Hamada[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては，地下水が物質移行の主要な媒体となり，岩盤中の割れ目内を流動する。その過程で、放射性核種は割れ目周辺の岩石マトリクス中の微細な間隙へ長い時間をかけて拡散・収着し、その移行は遅延すると考えられている。岩盤が構造運動や熱水変質を被ると、岩石組織の破砕や2次鉱物の生成により間隙構造は変化し、地下水の流れや物質移行に影響する。よって花崗岩などの結晶質岩中の水の流れと物質移行を把握するためには，割れ目の水理・地質学的な連続性とその周辺マトリクスにおける間隙特性を明らかにし，両者の分布と構造を理解することが重要である。電力中央研究所では、瑞浪超深地層研究所に分布する土岐花崗岩を対象とした水みち割れ目の調査手法の高度化に取り組むため、これまで深度300mボーリング横坑西側岩盤に向けて複数のボーリングを掘削し、孔間において水みちとなっている割れ目の分布とその周辺マトリクスの微細間隙構造を調査してきた。その結果、坑道西側数十ｍの範囲における主要な水みち割れ目は，NW走向高角度傾斜割れ目であり、それらの間を低角度傾斜の割れ目が繋いでいた。前者の割れ目の特徴は，方解石を主とした割れ目充填鉱物を伴いマトリクスが緑泥石による充填と強変質を伴うものおよびカタクラスティックな組織と花崗岩との境界に沿って形成される充填鉱物の少ないものがあった。透水量係数はともに10^{-7}-$10^{-5}m^2$/sと周辺岩盤より大きい値が計測された。今年度は、研究坑道の東側岩盤を調査範囲とし、孔長約40mのボーリング孔2本（孔口間の距離は6m）の孔間における水みち割れ目を調査している。各ボーリングコアの割れ目密度を比較すると、西側の孔では最大15本/m程度に対して、東側の孔ではそれ以上の密度を示す箇所が頻出する。また東側は割れ目を方解石脈や粘土鉱物が充填し、割れ目周辺マトリクスは変質を伴う。東側の掘削時の湧水量は、双方ともに25mabh以深の割れ目密度の高い箇所で増加する傾向にある。しかし、割れ目密度が高い箇所でも、変質を伴い湧水量が少ない箇所があることから、変質によって生じた粘土鉱物が割れ目を充填することで、割れ目の透水性が低下し、湧水量が少なくなったと考えられる。2孔のうち、湧水量の多い孔のボアホールテレビ観察によると、NW走向高角度傾斜割れ目、NE走向高角度傾斜割れ目および低傾斜の割れ目が分布し、坑道西側の割れ目と同様の方向の卓越を呈する。湧水を伴う割れ目の特徴は、坑道西側と同様、NW走向高角度傾斜割れ目に方解石もしくは緑泥石の充填を伴うものおよびカタクラスティックな組織を伴い充填鉱物に乏しいものがあった。低傾斜の割れ目では割れ目周辺マトリクスの変質や充填鉱物に乏しいという特徴がみられた。一方、NE走向高角度傾斜割れ目は充填鉱物を伴い、割れ目周辺マトリクスの変質も伴っている。そのほか坑道東側には、割れ目が分離面とならず、部分的な閉口部分と開口部分とが並存している箇所が見られた。この割れ目をX線CTスキャナーにより撮影した結果、周辺よりも高輝度な（より密度の高い）鉱物が割れ目を充填していると同時に、所々空隙も認められ、鉱物が割れ目を完全には充填していない様子が観察できた。このような不完全な鉱物充填は、鉱物溶解による割れ目の開口過程もしくは鉱物沈殿による割れ目の閉塞過程のどちらかであり、割れ目の透水性の変化を考える上で重要な知見である可能性がある。本稿では、湧水量の少ないボーリング孔の調査結果とともに、深度300mの調査箇所の水理地質構造について報告する。なお、本研究の内容は、経済産業省資源エネルギー庁より（一財）電力中央研究所が受託した「岩盤中地下水流動評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、（国研）日本原子力研究開発機構との共同研究の一部として実施した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、微細間隙構造、X線CTスキャナー、土岐花崗岩、瑞浪超深地層研究所

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: high-level radioactive waste, microstructure, X-ray CT scannar, Toki Granite, Mizunami Underground Laboratory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

原子力の平和利用は，エネルギー問題や環境問題等を解決するための糸口になると考えられるが、その一方で，福島第一原子力発電所事故を契機として，原子力施設の耐震安全性，放射性物質の環境動態や放射性廃棄物の処理・処分等の諸問題が顕在化している。また，2017年には高レベル放射性廃棄物地層処分に係る「科学的特性マップ」が公表され，2018年からは同マップに関する対話型全国説明会が開催されるなど，国を中心に地層処分への理解促進に向けた動きが進められ，原子力に対する地球惑星科学に関わる研究者・技術者の説明責任も大きくなっている。本セッションでは，放射性廃棄物の処分に主軸を置き，地層処分や中深度処分の安全性に大きな影響を与える可能性がある，地質環境特性，微生物－核種相互作用，鉱物－水相互作用，セメント－地下水相互作用などに関する発表を広く募集する。加えて，原子力発電所敷地内の活断層やセシウム等の放射性核種の環境動態、汚染除去土壌の減容・再利用など，原子力と地球惑星科学に関連するテーマの発表も歓迎する。これらの発表によって，理学・工学，社会科学といった異文化の交流や協働を促進することを目指す。

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

数値地形解析による海底段丘判読の高度化
Better identification of submerged terraces based on digital terrain analysis

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2]
*Hiura Yuki[1], Tetsuya Komatsu[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

海域を含む沿岸部において隆起量や侵食量を評価するためには、現在の陸域のみならず氷期に広く陸化する大陸棚においても、地殻変動と侵食の指標となる地形の分布やその特徴を把握しておくことが重要である。しかし、深度分布パターンから海底における地殻変動を読み取れる可能性がある海底段丘については、それらの正確な分布把握が課題となっている。そこで本研究では、数値地形解析に基づく海底段丘判読の高度化を検討した。

数値地形解析では、対象海域の海岸線に直交する方向に矩形の解析領域を設定し、その中の深度・面積分布のパターンを読み取った。深度・面積分布にみられるピークは、その深度に平坦面ないしは緩傾斜な斜面が存在することを示し、谷はその深度の面積が狭い、すなわち急斜面が存在することを示す。つまり、深度・面積分布におけるピークの立ち上がり深度は、海底段丘の後面段丘崖基部（遷緩線）とみなせる。数値地形解析には、海底地形デジタルデータ（M7000シリーズ）から作成した90 mメッシュの数値標高モデルを使用した。

日本列島の18海域を対象に数値地形解析を行った。数値地形解析に基づく判読結果とアナグリフ画像判読の結果とを比較すると、数値地形解析から新たに海底段丘を判読することができた場と数値地形解析のみでは海底段丘を判読することが困難であった場が存在した。大まかに言えば、前者に相当する場は、傾斜1°未満の斜面であり、後者に相当する場は、(1) 1本の測線で地形断面を代表させられる解析領域を設定できない、つまり複雑な地形形状をとる場や、(2) 深度・面積変化が相対的に小さいため、深度方向の面積変化のピークがはっきりしない、例えば、傾斜数°以上の斜面に複数段の海底段丘が分布するような場であった。そのため、傾斜1°以上の斜面が広がる大陸棚における海底段丘判読では、アナグリフ画像判読に地形解析を組み合わせた手法の適用が望ましいと結論づけられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地層処分、海底地形、海底段丘、深度面積分布
Keywords: geological disposal, seafloor landform, submerged terrace, depth-area distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討ー紀伊半島の事例ー

Advanced examination technique for river erosion in inland area –a case study of the Kii Peninsula, Japan –

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2]
*Nakanishi Toshimichi[1], Tetsuya Komatsu[1], Manabu Ogata[1], Takashi Hosoya[2], Takumi Kaga[2]

1. 日本原子力研究開発機構、2. 中央開発株式会社
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Chuo Kaihatsu Corporation

内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の一つに、穿入蛇行の跡痕地形である環流旧河谷に着目した方法（安江ほか、2014）が提示されている。しかし、1) 離水時期の編年は十分ではなく、2) 複数の環流旧河谷への手法の適用性も確認されていない。そこで、これらの課題の克服を目指して、環流旧河谷の発達が良い紀伊半島の十津川流域を事例地域として下記の研究開発を実施した。本研究開発は、過去数十万年前以前からの隆起・侵食を把握するための技術の拡充という観点から、地層処分などのサイト選定や安全評価に資するものである。

十津川沿いに分布する環流旧河谷のうち、河床からの比高が100～120 m程度の環流旧河谷に残された平坦面を対象に、長石を用いた光ルミネッセンス年代測定の一種であるpIRIRに適した試料の採取と旧河床高度の認定を目的としたボーリングコア掘削を4か所で実施した。また、環流旧河谷の離水時期を制約するために、環流旧河谷の下流で河床からの比高が40～50 mの河成段丘2地点からpIRIR年代測定や宇宙線生成核種（TCN）年代測定、微化石・テフラ分析のための試料を採取した。さらに、河口付近の海成段丘を構成する標高40 mの露頭からpIRIR年代測定や微化石分析のための試料を採取した。

十津川の本流によって形成されたと考えられる斜交葉理を伴う砂層や円礫まじりの砂礫層が得られたのは、河床からの比高が100 m程度の環流旧河谷1か所のみであった。その他の掘削地点では、風化皮膜の発達した角礫を含む砂礫層が主体であり、それらには泥層や基質支持層が挟在した。これらは、環流旧河谷を埋積した斜面堆積物であると考えられる。また、特に注目すべき点は、河床からの比高が110 m程度の環流旧河谷において、本流によって形成されたと考えられる砂層や円礫を伴う砂礫層が地表から54 m掘削しても確認できなかったことである。これは、環流旧河谷に残された平坦面の標高を旧河床の高さとして読み替えられない場合があることを示す。

今後、上述のコア試料および露頭から採取した砂層においてpIRIRやTCN年代測定を実施して、離水時期を定量的に検討する予定である．また、泥質な層準において火山灰や微化石分析を実施することによって、離水時期を補足的に検討する。上記の結果を統合して、内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の構築を目指す。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地層環境長期安定性評価技術高度化研究）」の成果の一部である。

参考文献：

安江健一・高取亮一・谷川晋一・二ノ宮淳・棚瀬充史・古澤　明・田力正好（2014）内陸部における侵食速度の指標に関する検討：環流丘陵を伴う旧河谷を用いた研究．地質学雑誌，120(12)，435-445.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：段丘、環流旧河谷、編年、第四紀後期、紀伊半島
Keywords: Terrace, Detached meander core, Chronology, Late Quaternary, Kii Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

Hydrothermal experiment on quartz hydration: Toward a development of new dating method for natural phenomena

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1]
*Masakazu Niwa[1], Koji Shimada[1]

1. 日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・侵食などの様々な自然現象の影響を把握することは、原子力施設などの重要建造物の安全評価、ひいては地層処分などにおけるサイト選定にとっても非常に重要である。本研究では、これら自然現象の変動の履歴や現象プロセスを明らかにするための新たな年代測定手法の開発のため、石英の水和反応に着目した検討を行った。

石英は地殻浅部に普遍的に存在する安定な鉱物であるが、非常に遅い速度ではあるものの水が石英中に拡散し、石英表面に水和層が形成されることが知られている。考古学分野では、この水和層の厚さに基づく年代測定手法も提案されている（例えば、Ericson et al., 2004, J. Archaeol. Sci.; Calligaro et al., 2009, Appl. Phys. A）。この石英水和層を用いた年代測定法が地質試料に対しても適用できれば、例えば次のようなことへの反映が期待できる。1) 化石やテフラなどの年代指標に乏しい砂礫層への適用による堆積年代の推定、2) 断層破砕帯物質への適用による断層の活動時期の推定、3) 熱水脈や周辺母岩への適用による熱水活動の温度や継続時間などの推定。本研究ではまず、水和層の形成条件や速度を把握するため、花崗岩（白亜紀後期の江若花崗岩）中の石英粒子を対象として、含水下で100時間、指定の温度（150℃または250℃）・圧力（9.8 MPaまたは25.5 MPa）を加えた水熱実験を行った。さらに、実験後の石英の水和層厚さの測定として、二次イオン質量分析（SIMS）で水素イオン濃度の深さ方向の変化を調べた。

試料はB級の岩盤等級に属する新鮮な花崗岩で、15×15×3 mm角に切り出し、鏡面研磨して実験に供した。水熱実験は二酸化炭素加圧（pH3.2～3.6の酸性条件）と窒素加圧の2ケースで実施した。水熱実験後、鏡面研磨した面の石英の部分にSIMSでCsイオンビームを照射し、二次イオンとして検出される水素イオン強度の深度プロファイルを測定した。水素イオン濃度は、SiO_2標準試料により定量した。

SIMS分析の結果、250℃、25.5 MPa（地下1 kmでの静岩圧に相当）の条件においてのみ表面から約2 μmまでの深さで水素イオン濃度の明瞭な増加が認められた。また、窒素加圧よりも二酸化炭素加圧のケースの方が水素イオン濃度の増加の程度が大きかった。Ericson et al. (2004)に基づき、水素イオン濃度の深度プロファイルを相補誤差関数でフィッティングして求めた水和反応の拡散係数は、考古学試料や人工の石英結晶から得られたそれと調和的な値を示した。アレニウス則により外挿して得られる常温での拡散係数から推定すると、水和層の発達が1万年で最大数μm程度になる場合もあることが期待される。したがって、地質試料に対してもSIMSを用いた同様の測定による石英水和層を用いた年代測定法が適用できる可能性がある。ただし今後、様々な形状を示す実際の地質試料に対し、初期状態を壊すことなく水平面を確保して精度よく測定する手法の構築が課題の一つとなる。

一方、150℃の条件で水素イオン濃度の明瞭な増加が認められなかったのは、アレニウス則から導かれる拡散係数から推定すると、100時間程度の時間ではSIMSで明瞭に検知できるほどの水和層が形成されなかったためと考えられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：自然現象、石英、水和、水熱実験、年代測定
Keywords: natural phenomena, quartz, hydration, hydrothermal experiment, dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率
Diffusion Coefficient and Porosity of Granite for Evaluation of Mobility Parameter

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1]
*Kenji Fukuda[1], Hiroaki Murakami[1], Kaori Itai[2], Masayuki Ishibashi[1], Eiji Sasao[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 株式会社シーテック
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. C･TECH corporation

背景・目的

花崗岩に代表される結晶質岩では，地下水は主に割れ目中を流動するが，地下水の流動速度が非常に遅い場合，地下水中の溶存物質は濃度勾配により割れ目周辺の岩盤へ拡散（マトリクス拡散）し，溶存物質の移動が遅延される。そのため，マトリクス拡散は岩盤中における元素の物質移行挙動を評価する上で重要な現象である。我々はこれまで，岐阜県の土岐花崗岩を対象に，健岩部であっても数十μm程度の微小な空隙が存在し，その空隙が物質移動を抑制する可能性があること（石橋ほか, 2016）や，薄片写真を画像解析して得られる二次元的な空隙率（P_{2D}）が，透過拡散試験で求めたフルオレセインナトリウム（以下「ウラニン」）の実効拡散係数（De）と良い相関があること（石橋, 2017）を見出した。本研究では，土岐花崗岩および日本各地の花崗岩(稲田花崗岩，万成花崗岩，丹沢石英閃緑岩，武節花崗岩，黒髪島花崗岩)の合計13試料を対象に透過拡散試験を実施し，健岩部におけるマトリクス拡散の拡散速度(実効拡散係数)と薄片観察より求めた空隙率の関係性について検討した。

実験方法

透過拡散 (through-diffusion)試験では，岩石試料をφ25 mm, 厚さを5 mmの円柱状に切断・研磨したうえで高濃度側と低濃度側の2つのリザーバーの間に固定した。高濃度側リザーバーには，トレーサーとして塩化ルビジウム(RbCl), 塩化バリウム($BaCl_2$)を各1 mmol L^{-1}, ウラニン ($C_{20}H_{10}Na_2O_5$)を500 mg L^{-1}を含む溶液を, 低濃度リザーバーには超純水をそれぞれ100 mLになるように満たした。溶液中の濃度変化は，高濃度側リザーバーから0.1mL, 低濃度側リザーバーから5mL溶液を分取し測定した。なお低濃度リザーバーから溶液を分取した後は水頭差が出ないよう5 mL超純水を添加し，希釈されたトレーサー濃度は計算で補正した。採取した溶液試料は蛍光光度計(Trilogy Laboratory Fluorometer)，ICP-MS(Agilent 7700x)にて測定した。実効拡散係数は，低濃度側リザーバーのサンプリング時間に対する濃度変化のグラフ（破過曲線）を作成し，定常状態にあると考えられるプロットの傾きから算出した。また，供試体近傍の岩片から作製した薄片を実体蛍光顕微鏡で観察し，薄片写真を解析して二次元的な空隙率(P_{2D})を算出した。

結果

透過拡散試験で得られた各花崗岩のウラニンの実効拡散係数は10^{-15}～10^{-12} m^2s^{-1}オーダー，空隙率（P_{2D}）は0.002～5%であった。図1に本実験による結果および既往の研究結果(石橋, 2017)を引用し，空隙率と実効拡散係数の関係を示す。空隙率(P_{2D})が1%を超える試料についてみると，空隙率(P_{2D})とウラニンの実効拡散係数には，正の相関があるように見受けられる（決定係数(R^2)は0.36程度）。このことは，土岐花崗岩以外の花崗岩においても，空隙率P_{2D}から実効拡散係数を概算できる可能性があることを示している。一方で，P_{2D}が1%を下回る試料は，この傾向から外れた値をとる。P_{2D}の値は試料の空隙のサイズ分布や解析用画像の解像度に依存するため，今後は薄片観察やSEM観察を行うとともに，高解像度の画像解析を実施し，低空隙率の試料に対するP_{2D}法の適用性を検討する必要がある。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献

石橋正祐紀ほか, 深部結晶質岩マトリクス部における微小移行経路と元素拡散現象の特徴，原子力バックエンド研究, vol.23, pp.121-130 (2016).
石橋正祐紀, 結晶質岩における物質移動モデル化技術の新展開 －花崗岩中の空隙構造の分布に関する研究－, 「平成28年度 東濃地科学センター 地層科学研究 情報・意見交換会」資料集, p.16 (2017).

キーワード：花崗岩、実効拡散係数、ウラニン、空隙率
Keywords: granite, Effective diffusion coefficient, uranine, porosity

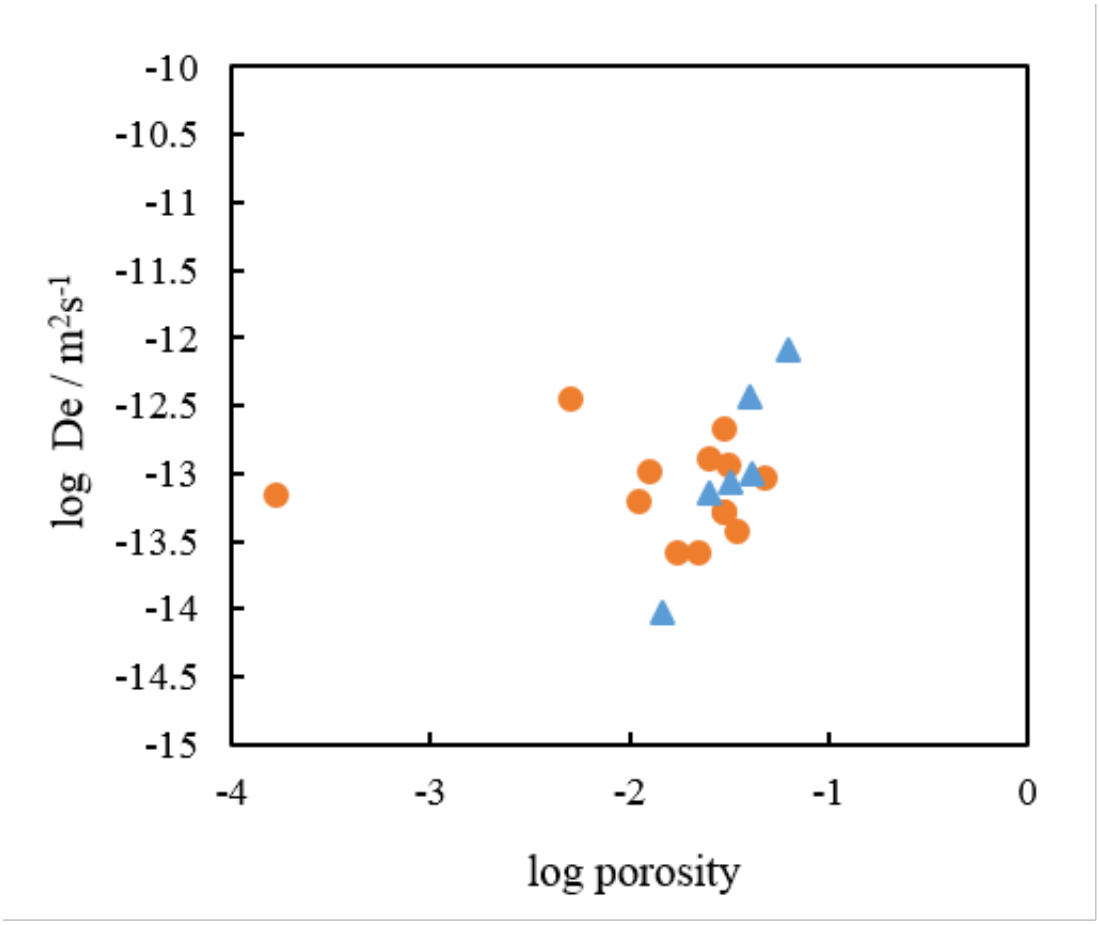


Figure 1 Relationship of logarithmic value of effective diffusion coefficient of uranine versus logarithmic value of the porosity. ●: This work and ▲: Reference value (Ishibashi, 2017).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造
Hydrogeological structure of hydraulic conductive fractures in gallery scale and their rock matrix

*濱田 藍[1]
*Ai Hamada[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては，地下水が物質移行の主要な媒体となり，岩盤中の割れ目内を流動する。その過程で、放射性核種は割れ目周辺の岩石マトリクス中の微細な間隙へ長い時間をかけて拡散・収着し、その移行は遅延すると考えられている。岩盤が構造運動や熱水変質を被ると、岩石組織の破砕や2次鉱物の生成により間隙構造は変化し、地下水の流れや物質移行に影響する。よって花崗岩などの結晶質岩中の水の流れと物質移行を把握するためには，割れ目の水理・地質学的な連続性とその周辺マトリクスにおける間隙特性を明らかにし，両者の分布と構造を理解することが重要である。電力中央研究所では、瑞浪超深地層研究所に分布する土岐花崗岩を対象とした水みち割れ目の調査手法の高度化に取り組むため、これまで深度300mボーリング横坑西側岩盤に向けて複数のボーリングを掘削し、孔間において水みちとなっている割れ目の分布とその周辺マトリクスの微細間隙構造を調査してきた。その結果、坑道西側数十ｍの範囲における主要な水みち割れ目は，NW走向高角度傾斜割れ目であり、それらの間を低角度傾斜の割れ目が繋いでいた。前者の割れ目の特徴は，方解石を主とした割れ目充填鉱物を伴いマトリクスが緑泥石による充填と強変質を伴うものおよびカタクラスティックな組織と花崗岩との境界に沿って形成される充填鉱物の少ないものがあった。透水量係数はともに10^{-7}-$10^{-5}m^2$/sと周辺岩盤より大きい値が計測された。今年度は、研究坑道の東側岩盤を調査範囲とし、孔長約40mのボーリング孔2本（孔口間の距離は6m）の孔間における水みち割れ目を調査している。各ボーリングコアの割れ目密度を比較すると、西側の孔では最大15本/m程度に対して、東側の孔ではそれ以上の密度を示す箇所が頻出する。また東側は割れ目を方解石脈や粘土鉱物が充填し、割れ目周辺マトリクスは変質を伴う。東側の掘削時の湧水量は、双方ともに25mabh以深の割れ目密度の高い箇所で増加する傾向にある。しかし、割れ目密度が高い箇所でも、変質を伴い湧水量が少ない箇所があることから、変質によって生じた粘土鉱物が割れ目を充填することで、割れ目の透水性が低下し、湧水量が少なくなったと考えられる。2孔のうち、湧水量の多い孔のボアホールテレビ観察によると、NW走向高角度傾斜割れ目、NE走向高角度傾斜割れ目および低傾斜の割れ目が分布し、坑道西側の割れ目と同様の方向の卓越を呈する。湧水を伴う割れ目の特徴は、坑道西側と同様、NW走向高角度傾斜割れ目に方解石もしくは緑泥石の充填を伴うものおよびカタクラスティックな組織を伴い充填鉱物に乏しいものがあった。低傾斜の割れ目では割れ目周辺マトリクスの変質や充填鉱物に乏しいという特徴がみられた。一方、NE走向高角度傾斜割れ目は充填鉱物を伴い、割れ目周辺マトリクスの変質も伴っている。そのほか坑道東側には、割れ目が分離面とならず、部分的な閉口部分と開口部分とが並存している箇所が見られた。この割れ目をX線CTスキャナーにより撮影した結果、周辺よりも高輝度な（より密度の高い）鉱物が割れ目を充填していると同時に、所々空隙も認められ、鉱物が割れ目を完全には充填していない様子が観察できた。このような不完全な鉱物充填は、鉱物溶解による割れ目の開口過程もしくは鉱物沈殿による割れ目の閉塞過程のどちらかであり、割れ目の透水性の変化を考える上で重要な知見である可能性がある。本稿では、湧水量の少ないボーリング孔の調査結果とともに、深度300mの調査箇所の水理地質構造について報告する。なお、本研究の内容は、経済産業省資源エネルギー庁より（一財）電力中央研究所が受託した「岩盤中地下水流動評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、（国研）日本原子力研究開発機構との共同研究の一部として実施した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、微細間隙構造、X線CTスキャナー、土岐花崗岩、瑞浪超深地層研究所

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: high-level radioactive waste, microstructure, X-ray CT scannar, Toki Granite, Mizunami Underground Laboratory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

東日本震災以来、さまざまな大学が学生を現場に連れて行き、そこから現場ニーズを拾うことの重要性を気づかせる教育プログラムを実施している。本セッション代表者も、原発事故の3か月後から福島県飯舘村に赴き、NPO法人や農家と協働で独自の活動を展開してきた。本セッションでは、大学の現場教育やフィールド研究を通して観察された学生の意識の変化について報告してもらい、大学の社会的価値のあり方について議論する。

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

Calculation of water and sediment discharge from a small forested catchment for evaluating load of the particulate radioactive cesium

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1]
*Takuhei Yamasaki[1], Shoichiro Hamamoto[1], Taku Nishimura[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. University of Tokyo

Vast amount of radionuclides was released into the environments by the accident of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP) on March 2011. By 2018, decontamination of deposited radionuclides in the agricultural and residential areas has completed except for a zone with high air-dose rate near the FDNPP. Forested areas, however, are not planned to decontaminate radionuclides. Hence, dynamics of radionuclides, especially radioactive cesium (RCs), in forests are major concern for not only human health (external exposure), but also recontamination in the decontaminated areas (downstream migration).
Total RCs discharge for a year from the forested areas was generally small, less than 1% of the catchment deposition. However, once a large storm event occurs, RCs adsorbing on the fine sediments such as clay and silt particles and organic matter (called particulate RCs) was eroded and released into the river. Production and movement of particulate RCs were controlled by the soil erosion process, which has been well studied for a long time. Hence, it is expected that RCs discharge from a catchment can be estimated by evaluating the sediment runoff from the catchment. The aim of our study is to verify our hypothesis.

Method
Study site is located at the southeast part of the Iitate village, Fukushima Prefecture. Catchment area is 56 ha. Catchment geology was weathered granite, and whole catchment is covered with mixed forest. At the basin outlet, we measured water runoff and turbidity in every 10 min, and sampled channel water when water level exceeds threshold value due to rainfall events.
We used process based soil erosion model, GeoWEPP (Renschler, 2003), to evaluate sediment yield from the catchment. This model requires four types of input data, climate, topography, land use, and soil data. Climate data was based on the observed temperature and rainfall depth at the study site. The other weather data, daily solar radiation, wind velocity and dew point, was collected from the AMeDAS Iitate or Fukushima. Topography data was made with DEM provided by Geospatial Information Authority of Japan. Land use was set to “forest”, pre-set parameter set in GeoWEPP. Soil hydraulic parameter was fitted to reproduce observed daily direct runoff, since soil erosion mainly occurs during high flow periods just after the rainfall event. Soil erodibility was set as a granitic forest soil and channel calibrated by the gauged station with granitic rock in central Japan. Calibration was done using observed data in 2016, and fitted parameters were validated with 2017 data.

Results and Discussion
GeoWEPP well reproduced the daily channel discharge for most rainfall events in both calibration and validation year. At the typhoon event in 2017, however, model overestimated the observed runoff. This is partly because GeoWEPP is not a flood runoff model.
In calculation, sediment yield at the outlet occurred during middle to large storm events. However,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

sediment production during small events was not well reproduced, though SS load at the small rainfall event was small for annual total load. Since sediment production process may depend on the scale of the rainfall event, we should set the another soil erodibility to reproduce the sediment production for the small rainfall events.
Sediment production mainly occurred at the channel section. In hillslope section, soil loss area was limited near the channel section. This implies that RCs in most forested areas is immobile due to the low soil erodibility in the forested area. However, once vegetation at the forest floor and surface organic matter were removed by the inappropriate forest management, RCs mobility in the catchment would increase.

キーワード：放射性セシウム、懸濁態、土壌侵食、GeoWEPP
Keywords: radioactive cesium, particulate form, soil erosion, GeoWEPP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2]
*Saito Mari[1], Kazutoshi Osawa[1], Naoto Nihei[2]

1. 宇都宮大学、2. 東京大学
1. Utsunomiya University, 2. Tokyuo University

A large amount of radiocesium, ^{137}Cs and ^{134}Cs, were released and deposited on the soil surface due to the accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, FDNPP, due to the Great East Japan Earthquake that occurred on March 11, 2011. Among them, ^{137}Cs is easily absorbed by clay minerals and soil organic matter, and its physical half-life is 30.2 years. ^{137}Cs are redistributed to waterways, rivers, lakes and coastal areas by rainfall-runoff process, so long-term influences on residents' lives and agricultural, forestry and fishery products in the area surrounding the accident are concerned. In order to evaluate the influence of secondary contamination of ^{137}Cs, it is necessary to grasp the temporal and spatial dynamics in the watershed including areas with high ^{137}Cs deposits.

In this study, fixed point observations was conducted on two rivers, Hiso river and Mano river, in Iitate village, Fukushima Prefecture from 2013 to 2018. In addition, multiple observation points were set up in watersheds, and simultaneous water sampling was done at multiple points. We measured SS concentration and ^{137}Cs concentration from water samples, grasped the long-term change in ^{137}Cs runoff, and identified the catchment area where ^{137}Cs runoff was noticeable.

The ^{137}Cs concentration of SS dropped drastically with extreme large flood due to Typhoon Etau in 2015, and the concentration remained low until 2018. The same result was obtained in 2018. In Hiso river, ^{137}Cs concentration of SS in 2018 increased slightly compared to 2017. This is thought to be the effect of the decontamination work in the Nagadoro district.

As a result of simultaneous multipoint observation, spatial distribution of ^{137}Cs concentration in the watershed was changing as merging the branch streams into the main stream. In addition, it was revealed that sediment with high ^{137}Cs concentration flowed in from Nagadoro district where decontamination works was incomplete.

キーワード：セシウム、土壌侵食、経年変化、空間的変動
Keywords: Radiocesium, Soil erosion, Annual Variations, Spatial Dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み
Efforts in university to keep consciousness of disaster caused by The Great East Japan Earthquake for resurrection of agriculture at Iitate village

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2]
*Junko NISHIWAKI[1], Masaru Mizoguchi[2]

1. 茨城大学農学部、2. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. College of Agriculture, Ibaraki University, 2. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

東日本大震災後、農業・農村の復興は徐々に進められてきた。一方、被害の風化、意識の風化というキーワードが用いられるようになっている。震災からの復興にはインフラなどのハード面に加えて、人々の心の復旧が重要である。そのため、被災地域内外で情報を共有し、被災地域の住民が感じる疎外感を取り除くための相互理解を進める必要がある。また、意識の風化を食い止めることは、今後起こり得る災害への防災意識を忘れず、未来への教訓として震災の実情を伝えていくためにも重要である。

そこで、著者らは地元農家の方々や認定NPO法人ふくしま再生の会やとの協力により、福島県外の人が震災の状況を把握できるよう、また、その後の復興に向けた取り組みを実際に感じることができるよう、福島県飯舘村における現地見学会や現場体験企画を行ってきた。特に大学教員という立場から、若い世代に震災の悲惨さ、そこから這い上がる住民の強さを知ってもらい、これからの未来のために何ができるのかを自身の問題として考えてもらうために、学生の現場体験・現地見学への参加を募集するとともに、被災地における専門家の取組みに関する授業のレポートとして、農業分野からできる復興支援を考えてもらう課題を提示するなど、若者の現場意識を高める工夫を行っている。

現場体験企画は2013年から、稲刈りや田植え、水稲の生育調査など、地元農家の方々と一緒に作業をしながら話ができる場を設け、現地見学では地元の方に当時の様子や話をうかがいながら進める場を設けた。授業では、著者の専門分野である土壌物理や農業工学の分野から、被災地である福島県飯舘村の復興においてどのような活動ができるか、土壌吸着等のメカニズムや農業工学的な技術と絡めた放射性物質汚染の浄化手法や対策等を紹介するとともに、他の専門分野の現地での取組み、一般の方々の取組み等、多岐にわたる現場復興支援の取組みを紹介することで、現場での取り組みに関する意識付けを図っている。また、レポート課題としては、被災地の現状と課題を挙げ、農学分野からどのような復興支援ができるかを課している。農業復興のための6次産業化による加工品販売、webを用いた宣伝、通販システムの構築等、若者ならではの意見が出された。本発表では、実際に行った現場体験企画、現地見学会の内容とその参加者の意見や感想、授業内容とその授業を受けた学生からの農業復興への提案、の一部を紹介する。

キーワード：被災地、意識の風化、農学、現地見学
Keywords: disaster area by Great East Japan Earthquake, decreasing of damage consciousness, agriculture, field trip

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

Effects of remaining radiocesium in bunds and slopes of paddy fields on ambient dose and downstream environment.

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1]
*Yoshida Shuichiro[1], Kazuhiro Nishida[1], Taku Fukui[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

After the devastating contamination by radionuclides in Iltate Village, removal of the contaminated surface soil from the farmlands was performed over the village. However, the paddy bunds, banks or slopes of the irrigation/drainage canals have not been subject to the removal of contaminated surface soil because of the cost to recover them. This study aimed to show the quantitative influence of these ‘semi-contaminated ground’ as the source of gamma beam and the contamination of downstream water.

First, we analyzed the dose rates regularly monitored by Iitate village every two weeks since 2011 at 18 points within the village, where the decontamination works were conducted during the period. From the temporal change of the dose rate, the decrease in dose rate due to the decontamination work was evaluated at each point. The spherical views around the monitoring points of dose rate was captured by a 360-degree camera (Ricoh Theta), to evaluate the ratio of solid angle for the contaminated and decontaminated surface. The woods, paddy bunds, banks or slopes were regarded as the contaminated surface, while the buildings, farmlands or paved roads were classified to the decontaminated surface.

The percentage of the dose rate reduction by the decontamination works ranged between 31% and 83% depending on the land use around the points. The dose rate reduction is negatively correlated to the ratio of the solid angle of the contaminated surfaces from the monitoring points. Thus, the bunds, banks, or slopes, where the decontamination have not covered, are functioning as the ambient source of gamma beam to the monitoring points.

Second, we measured radiocesium effluence from the slopes of a drainage canal beside paddy fields in Iitate Village. The four of five slopes were covered with weeds which have been regularly cut; the other is bushed and has trees. The contaminated surface soil of the all slopes was not removed. The total radiocesium inventory estimated by scintillation survey meter ranged between 350 and 400 $kBqm^{-2}$. The radiocesium was mainly distributed within upper 5cm of the mineral soil layer. Metal gutters were installed at the bottom of the slopes, from which the water flowing over the slopes was collected and led to the storing tanks. The water in the tank was collected to the other tanks and taken to the laboratory on 10 Aug. 2018 and 26 Oct 2018. The water samples containing contaminated sediments were filtrated by glass filters with 440 μm opening followed by membrane filter with 0.45 μm opening. The dissolved form of radiocesium in the filtrates were removed by the special cartridge. After drying and weighing, the radiocesium on the filters and cartridges were measured by Ge semi-conductor detector run by RI Research and Education Center in the Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The radiocesium effluence rate from the slopes under 550 mm of total rainfall during the measured period ranged from 0.13 to 1.50 Bqm^{-2}. The effluence rate of suspended particles ranged as little as 0.08 gm^{-2}. Corresponding to this result, the ratio of particulate form of radiocesium tended to be less although the water flow over the slopes probably occurred under the intense rainfalls. Although the measured radiocesium effluence rate was too little to affect the radiocesium concentration in the downstream river water, it should be noted that we should monitor the radiocesium effluence from bared or collapsing slopes which can be the potential source of radiocesium to the downstream area.

キーワード：放射性セシウム、空間線量率、斜面流出
Keywords: Radiocesium, Dose rate, Effluence from slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

東日本震災以来、さまざまな大学が学生を現場に連れて行き、そこから現場ニーズを拾うことの重要性を気づかせる教育プログラムを実施している。本セッション代表者も、原発事故の3か月後から福島県飯舘村に赴き、NPO法人や農家と協働で独自の活動を展開してきた。本セッションでは、大学の現場教育やフィールド研究を通して観察された学生の意識の変化について報告してもらい、大学の社会的価値のあり方について議論する。

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

Calculation of water and sediment discharge from a small forested catchment for evaluating load of the particulate radioactive cesium

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1]
*Takuhei Yamasaki[1], Shoichiro Hamamoto[1], Taku Nishimura[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. University of Tokyo

Vast amount of radionuclides was released into the environments by the accident of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP) on March 2011. By 2018, decontamination of deposited radionuclides in the agricultural and residential areas has completed except for a zone with high air-dose rate near the FDNPP. Forested areas, however, are not planned to decontaminate radionuclides. Hence, dynamics of radionuclides, especially radioactive cesium (RCs), in forests are major concern for not only human health (external exposure), but also recontamination in the decontaminated areas (downstream migration).
Total RCs discharge for a year from the forested areas was generally small, less than 1% of the catchment deposition. However, once a large storm event occurs, RCs adsorbing on the fine sediments such as clay and silt particles and organic matter (called particulate RCs) was eroded and released into the river. Production and movement of particulate RCs were controlled by the soil erosion process, which has been well studied for a long time. Hence, it is expected that RCs discharge from a catchment can be estimated by evaluating the sediment runoff from the catchment. The aim of our study is to verify our hypothesis.

Method
Study site is located at the southeast part of the Iitate village, Fukushima Prefecture. Catchment area is 56 ha. Catchment geology was weathered granite, and whole catchment is covered with mixed forest. At the basin outlet, we measured water runoff and turbidity in every 10 min, and sampled channel water when water level exceeds threshold value due to rainfall events.
We used process based soil erosion model, GeoWEPP (Renschler, 2003), to evaluate sediment yield from the catchment. This model requires four types of input data, climate, topography, land use, and soil data. Climate data was based on the observed temperature and rainfall depth at the study site. The other weather data, daily solar radiation, wind velocity and dew point, was collected from the AMeDAS Iitate or Fukushima. Topography data was made with DEM provided by Geospatial Information Authority of Japan. Land use was set to “forest”, pre-set parameter set in GeoWEPP. Soil hydraulic parameter was fitted to reproduce observed daily direct runoff, since soil erosion mainly occurs during high flow periods just after the rainfall event. Soil erodibility was set as a granitic forest soil and channel calibrated by the gauged station with granitic rock in central Japan. Calibration was done using observed data in 2016, and fitted parameters were validated with 2017 data.

Results and Discussion
GeoWEPP well reproduced the daily channel discharge for most rainfall events in both calibration and validation year. At the typhoon event in 2017, however, model overestimated the observed runoff. This is partly because GeoWEPP is not a flood runoff model.
In calculation, sediment yield at the outlet occurred during middle to large storm events. However,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

sediment production during small events was not well reproduced, though SS load at the small rainfall event was small for annual total load. Since sediment production process may depend on the scale of the rainfall event, we should set the another soil erodibility to reproduce the sediment production for the small rainfall events.
Sediment production mainly occurred at the channel section. In hillslope section, soil loss area was limited near the channel section. This implies that RCs in most forested areas is immobile due to the low soil erodibility in the forested area. However, once vegetation at the forest floor and surface organic matter were removed by the inappropriate forest management, RCs mobility in the catchment would increase.

キーワード：放射性セシウム、懸濁態、土壌侵食、GeoWEPP
Keywords: radioactive cesium, particulate form, soil erosion, GeoWEPP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2]
*Saito Mari[1], Kazutoshi Osawa[1], Naoto Nihei[2]

1. 宇都宮大学、2. 東京大学
1. Utsunomiya University, 2. Tokyuo University

A large amount of radiocesium, ^{137}Cs and ^{134}Cs, were released and deposited on the soil surface due to the accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, FDNPP, due to the Great East Japan Earthquake that occurred on March 11, 2011. Among them, ^{137}Cs is easily absorbed by clay minerals and soil organic matter, and its physical half-life is 30.2 years. ^{137}Cs are redistributed to waterways, rivers, lakes and coastal areas by rainfall-runoff process, so long-term influences on residents' lives and agricultural, forestry and fishery products in the area surrounding the accident are concerned. In order to evaluate the influence of secondary contamination of ^{137}Cs, it is necessary to grasp the temporal and spatial dynamics in the watershed including areas with high ^{137}Cs deposits.

In this study, fixed point observations was conducted on two rivers, Hiso river and Mano river, in Iitate village, Fukushima Prefecture from 2013 to 2018. In addition, multiple observation points were set up in watersheds, and simultaneous water sampling was done at multiple points. We measured SS concentration and ^{137}Cs concentration from water samples, grasped the long-term change in ^{137}Cs runoff, and identified the catchment area where ^{137}Cs runoff was noticeable.

The ^{137}Cs concentration of SS dropped drastically with extreme large flood due to Typhoon Etau in 2015, and the concentration remained low until 2018. The same result was obtained in 2018. In Hiso river, ^{137}Cs concentration of SS in 2018 increased slightly compared to 2017. This is thought to be the effect of the decontamination work in the Nagadoro district.

As a result of simultaneous multipoint observation, spatial distribution of ^{137}Cs concentration in the watershed was changing as merging the branch streams into the main stream. In addition, it was revealed that sediment with high ^{137}Cs concentration flowed in from Nagadoro district where decontamination works was incomplete.

キーワード：セシウム、土壌侵食、経年変化、空間的変動
Keywords: Radiocesium, Soil erosion, Annual Variations, Spatial Dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み
Efforts in university to keep consciousness of disaster caused by The Great East Japan Earthquake for resurrection of agriculture at Iitate village

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2]
*Junko NISHIWAKI[1], Masaru Mizoguchi[2]

1. 茨城大学農学部、2. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. College of Agriculture, Ibaraki University, 2. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

東日本大震災後、農業・農村の復興は徐々に進められてきた。一方、被害の風化、意識の風化というキーワードが用いられるようになっている。震災からの復興にはインフラなどのハード面に加えて、人々の心の復旧が重要である。そのため、被災地域内外で情報を共有し、被災地域の住民が感じる疎外感を取り除くための相互理解を進める必要がある。また、意識の風化を食い止めることは、今後起こり得る災害への防災意識を忘れず、未来への教訓として震災の実情を伝えていくためにも重要である。

そこで、著者らは地元農家の方々や認定NPO法人ふくしま再生の会やとの協力により、福島県外の人が震災の状況を把握できるよう、また、その後の復興に向けた取り組みを実際に感じることができるよう、福島県飯舘村における現地見学会や現場体験企画を行ってきた。特に大学教員という立場から、若い世代に震災の悲惨さ、そこから這い上がる住民の強さを知ってもらい、これからの未来のために何ができるのかを自身の問題として考えてもらうために、学生の現場体験・現地見学への参加を募集するとともに、被災地における専門家の取組みに関する授業のレポートとして、農業分野からできる復興支援を考えてもらう課題を提示するなど、若者の現場意識を高める工夫を行っている。

現場体験企画は2013年から、稲刈りや田植え、水稲の生育調査など、地元農家の方々と一緒に作業をしながら話ができる場を設け、現地見学では地元の方に当時の様子や話をうかがいながら進める場を設けた。授業では、著者の専門分野である土壌物理や農業工学の分野から、被災地である福島県飯舘村の復興においてどのような活動ができるか、土壌吸着等のメカニズムや農業工学的な技術と絡めた放射性物質汚染の浄化手法や対策等を紹介するとともに、他の専門分野の現地での取組み、一般の方々の取組み等、多岐にわたる現場復興支援の取組みを紹介することで、現場での取り組みに関する意識付けを図っている。また、レポート課題としては、被災地の現状と課題を挙げ、農学分野からどのような復興支援ができるかを課している。農業復興のための6次産業化による加工品販売、webを用いた宣伝、通販システムの構築等、若者ならではの意見が出された。本発表では、実際に行った現場体験企画、現地見学会の内容とその参加者の意見や感想、授業内容とその授業を受けた学生からの農業復興への提案、の一部を紹介する。

キーワード：被災地、意識の風化、農学、現地見学
Keywords: disaster area by Great East Japan Earthquake, decreasing of damage consciousness, agriculture, field trip

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

Effects of remaining radiocesium in bunds and slopes of paddy fields on ambient dose and downstream environment.

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1]
*Yoshida Shuichiro[1], Kazuhiro Nishida[1], Taku Fukui[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

After the devastating contamination by radionuclides in Iltate Village, removal of the contaminated surface soil from the farmlands was performed over the village. However, the paddy bunds, banks or slopes of the irrigation/drainage canals have not been subject to the removal of contaminated surface soil because of the cost to recover them. This study aimed to show the quantitative influence of these ‘semi-contaminated ground’ as the source of gamma beam and the contamination of downstream water.

First, we analyzed the dose rates regularly monitored by Iitate village every two weeks since 2011 at 18 points within the village, where the decontamination works were conducted during the period. From the temporal change of the dose rate, the decrease in dose rate due to the decontamination work was evaluated at each point. The spherical views around the monitoring points of dose rate was captured by a 360-degree camera (Ricoh Theta), to evaluate the ratio of solid angle for the contaminated and decontaminated surface. The woods, paddy bunds, banks or slopes were regarded as the contaminated surface, while the buildings, farmlands or paved roads were classified to the decontaminated surface.

The percentage of the dose rate reduction by the decontamination works ranged between 31% and 83% depending on the land use around the points. The dose rate reduction is negatively correlated to the ratio of the solid angle of the contaminated surfaces from the monitoring points. Thus, the bunds, banks, or slopes, where the decontamination have not covered, are functioning as the ambient source of gamma beam to the monitoring points.

Second, we measured radiocesium effluence from the slopes of a drainage canal beside paddy fields in Iitate Village. The four of five slopes were covered with weeds which have been regularly cut; the other is bushed and has trees. The contaminated surface soil of the all slopes was not removed. The total radiocesium inventory estimated by scintillation survey meter ranged between 350 and 400 $kBqm^{-2}$. The radiocesium was mainly distributed within upper 5cm of the mineral soil layer. Metal gutters were installed at the bottom of the slopes, from which the water flowing over the slopes was collected and led to the storing tanks. The water in the tank was collected to the other tanks and taken to the laboratory on 10 Aug. 2018 and 26 Oct 2018. The water samples containing contaminated sediments were filtrated by glass filters with 440 μm opening followed by membrane filter with 0.45 μm opening. The dissolved form of radiocesium in the filtrates were removed by the special cartridge. After drying and weighing, the radiocesium on the filters and cartridges were measured by Ge semi-conductor detector run by RI Research and Education Center in the Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The radiocesium effluence rate from the slopes under 550 mm of total rainfall during the measured period ranged from 0.13 to 1.50 Bqm^{-2}. The effluence rate of suspended particles ranged as little as 0.08 gm^{-2}. Corresponding to this result, the ratio of particulate form of radiocesium tended to be less although the water flow over the slopes probably occurred under the intense rainfalls. Although the measured radiocesium effluence rate was too little to affect the radiocesium concentration in the downstream river water, it should be noted that we should monitor the radiocesium effluence from bared or collapsing slopes which can be the potential source of radiocesium to the downstream area.

キーワード：放射性セシウム、空間線量率、斜面流出
Keywords: Radiocesium, Dose rate, Effluence from slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

固体地球の第一層を構成する地殻の構造について検討する．観測に基づく構造の記述やその進化の解明に加え，地震や火山など地殻内における諸現象の理解，地殻内物質の地質学的研究など，地殻に関わる多様な視点からの講演を歓迎する．また，これらの理解の基礎となる観測手法やデータ処理手法などについての発表も歓迎する．

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

Regional difference in long period surface wave phase velocity by an explosive phenomenon generated in North Korea on September 3, 2017

*山田 浩二[1]
*Koji Yamada[1]

1. 株式会社　阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants co., ltd.

2017年9月3日の12時30分過ぎに朝鮮民主主義人民共和国を震源とする爆発的な事象が各地で観測された。気象庁による震源の位置は北緯41.3度、東経129.1度、深さ0キロメートルとされており、ほぼ地表付近を震源とする。地表面で発生した爆発的事象であるため、P波以外にレーリー波が観測されており、観測された波形は巨大な表面波探査の観測記録と見ることもできる。

昨年度の地震学会において、観測されたレーリー波は0.03～0.1Hz付近で強い分散性を示しており、大爆破観測のデータを用いてP波速度構造が推定されている近畿地方を対象に、ライン状の観測点を通過する波の位相速度を解析する表面波多チャンネル解析（Multichannel Analysis of Surface Wave）を行ったところ、得られた位相速度は廣瀬・伊藤(2006)を参考に設定した1次元速度構造に概ね対応するとともに、観測されている位相速度はモホ面に至るまでの速度構造を反映したものであると考えられることを示した。

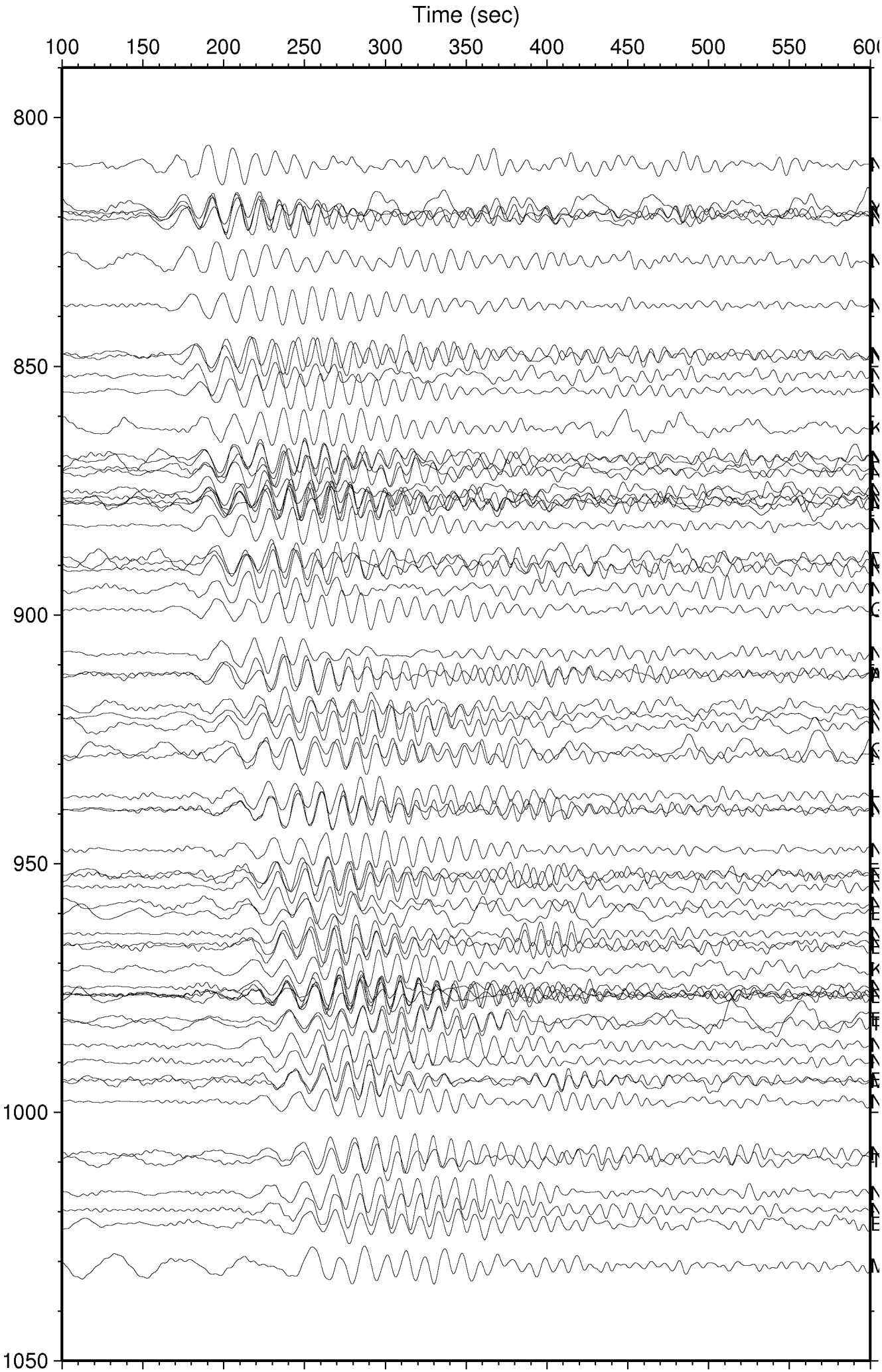
国内各地域について震源からの方位をもとに適当な角度でMASWを行ったところ、得られた位相速度に地域性が見られていたので、それについて報告する。

謝辞

本報告では、防災科学技術研究所広帯域観測網（F-net）・高感度地震観測網（Hi-net）、各国立大学、気象庁の観測データを用いました。記して感謝します。

キーワード：北朝鮮の爆発的事象、長周期表面波、モホ面、表面波多チャンネル解析
Keywords: Explosive phenomenon generated in North Korea, Long period surface wave, Homo, Multichannel Analysis of Surface Wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

Phase velocity estimation based on spatial gradient of surface wave arrival time of teleseismic earthquakes observed by S-net

*石上　朗[1]、高木 涼太[1]
*Akira Ishigami[1], Ryota Takagi[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science

地震発生環境やプレート境界面におけるすべり特性の理解のためには，地震波速度構造が重要な情報の一つになる．また，近年の稠密観測網の整備により，観測波形を波動場として捉えることが可能になってきた．本研究では，2011年東北地方太平洋沖地震後に防災科学技術研究所が整備した日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の観測データを用いて，東北日本前弧海域下における表面波位相速度分布を，位相到達時間の空間勾配を取ることで推定した．

解析には加速度計で記録された遠地地震による長周期表面波を使用する．今回解析を行ったイベントは，2018年１月23日にアラスカ湾で発生した深さ25 km，Mw7.9の地震である．今回は観測記録をXYZ成分からUNE成分への座標変換後，上下動成分を用いて，Rayleigh波について解析を行った．解析手法はLin et al. (2009) に従い，解析手順は以下の通りである．まず，狭帯域フィルタを使用した周波数時間解析（FTAN）を行い，観測点毎に位相速度分散曲線を得た．次に，ある周期に着目してその周期における各観測点での到達時刻を空間的に補間して，到達時刻マップを得た．この到達時刻の勾配を計算することでRayleigh波のスローネスを求めることができ，スローネスの逆数を取ることで位相速度分布を得た．これを様々な周期で同様の解析を行い，20-50sの周期について5sごとに位相速度分布を得た．

上で述べた手順のうち，周波数時間解析における位相速度推定には，位相の2πの任意性の問題が存在する．一般に，標準的な位相速度分散曲線を基準としてサイクル数を推定することが行われるが，基準の位相速度分散曲線と実際の位相速度の差が大きい場合や，初期位相による影響が大きい場合には，サイクル数を誤って推定する可能性がある．本研究では，基準とする位相速度分散曲線を繰り返し修正することでこの問題を解決した．まず，初期モデルを陸域におけるPREM１Ｄモデルで与え，周波数時間解析を行い，各観測点で位相速度の分散曲線を得る．次に，得られた位相速度分散曲線の平均を取り，それを次のイタレーションの際の基準分散曲線として用いて周波数時間解析を行う．この処理を繰り返し行うことで，観測網において一定のサイクル数を得ることができた．

以上の解析で得られた位相速度は3.6-3.9km/sであり，Rayleigh波の位相速度として妥当な値が得られた．位相速度の周波数分散も確認することができ，周期45sにおいては高速度領域であるスラブを示すような速度異常が確認できた．また，宮城・福島沖の領域がそれより北および南の領域に比べて高速度を示すパターンも確認できた．

今後は，今回推定された位相速度の空間パターンが地下構造を反映したものであるのか，それとも解析上生じたものなのかを，解析する地震を増やすことで確かめたいと考えている．また，到達方向が異なる複数の地震のデータを用いることによって，速度異方性を推定することができると考えており，その解析も今後進めていく予定である．また，位相到達走時マップを得る際の補間方法について検討が必要であると考えている．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：S-net、表面波、トモグラフィー、東北沖地震、位相速度
Keywords: S-net, surface wave, tomography, Tohoku-oki earthquake, phase velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造
Crustal seismic velocity structure in the Japanese Islands from receiver function analysis using similar earthquakes

*五十嵐 俊博[1]
*Toshihiro Igarashi[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The stress and strain changes due to the recurrence process on the inter-plate great earthquakes of the subducting plate should have a significant effect on shallow inland seismicity and velocity structure in the overriding plate. In this study, we applied receiver function analysis using similar earthquakes, which repeatedly occurred at almost the same location, to investigate the spatiotemporal change of the crustal seismic velocity structure beneath the Japanese Islands. Similar earthquakes used as data were extracted from the seismograms of medium-sized earthquakes, which observed in the seismic network of Japan and occurred in the epicentral distances between 30 degrees and 90 degrees in the periods from September 1989 to February 2016. We estimated temporal changes of crustal seismic velocity structure by receiver function analysis from the selection of pairs of similar earthquakes occurred before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M9.0). In this analysis, we assumed that the depths of the Moho discontinuity, which estimated using all available data for the above period, do not change within the analysis period. As a result, we detected areas of decreased crustal velocity to the west of the source region of the Tohoku-Oki earthquake. We suggest that the stress change by a great inter-plate earthquake affected the velocity reduction or velocity polarization. On the other hand, the crustal velocity increased to the north of the source region. This change may be caused by the effect of the postseismic deformation after the 2003 Tokachi-Oki earthquake (M8.0). However, it is difficult to specify the accurate timing of the change because of long-term data stack. The impact of the great earthquakes has been widespread for a long time. The further studies of the seismic velocity structure in arbitrary period will clarify the cause of changes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method

*Pinar Duran[1], Asim Oguz Ozel[1], Hiroaki Yamanaka[2]

1. ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA, 2. TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Receiver function imaging is an important tool for the investigation of the crust and upper mantle structure. The P to S conversion (Ps) from the Moho is typically one of the most prominent phase on the P-wave receiver funtions. The time delay between the Ps converted phase and direct P wave is sensitive to the depth of the velocity discontinuities, and the average S wave velocity above it. Estimates of the depth and thickness of the Moho and V_P /V_S ratio of the crust are important goals of many receiver funtion investigations. In the frame of the Turkey-Japan joint project, we attempt to determine S-wave velocity structure of the crust beneath Eskisehir Region, described by various tectonic settings. The teleseismic events are recorded by broadband three-component seismic stations of ANA-NET Seismic Network, which is operated by the Eskisehir Anadolu University since 2010. The seismograms from these events, whose epicenters lay at distances greater than 30^o, were deconvolved in the time domain to remove the unwanted noise and then stacked to obtain better receiver functions. This information will be used to establish a linear relationship between thickness and V_P /V_S ratio, each of which is stacked for a given station to identify a best-fit estimate for depth to the Moho and Vp/Vs ratio. To determine their accuracy, these results will be compared with other geophysical studies performed in the region, 1-D crustal models will be presented at the conference. This study is supported by the Joint Research Project under the Bilateral Program of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant TUBITAK 116Y524.

Keywords: Receiver Function Analysis, Crustal structure, P-receiver functions, Waveform inversion, Eskisehir Fault Zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道における3次元S波減衰構造
Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around Hokkaido, Japan

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1]
*Ryoichi Nakamura[1], Takahiro Shiina[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

1. はじめに

北海道は東北日本弧と千島弧の衝突帯（e.g.Kimura,1994,JGR）に位置し、地殻構造が非常に複雑であると考えられている。例えば，Kita et al. (2012. JGR）によると，地殻が太平洋スラブ付近まで深く潜り込んでいることが指摘されている．また，2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）の震源深さ（37 km）は内陸地震としてはかなり深い．このため，余震分布を含め，胆振東部地震の発生には衝突帯に発達した複雑な地下構造が密接に関係していると考えられる。

北海道周辺では既に詳細な地震波速度や減衰のトモグラフィー研究が幾つか行われている(e.g., Kita et al., 2014, JGR; Shiina et al., 2018, JGR)．これらの研究をみると日高山脈の西の地域の深さ10km付近で、Low QpやLow Vp, Vs及びHigh Vp/Vsが存在し、それらが太平洋プレート上面付近と考えられる深さ50km付近まで達している。一方で，同領域におけるQs構造はあまりよくわかっていない．したがって，本研究では日高山脈を中心とした北海道におけるQs構造を三次元スペクトルインバージョン法により詳細に検討した。

2. 方法及びデータ

検討範囲は、東経138˚～148˚、北緯39˚～46˚とし、ブロックサイズは経緯度に対して各0.1˚、深さ方向に10kmとした。手法は三次元スペクトルインバージョン法 (中村・植竹, 2002)を用い，震源特性、サイト特性及び各ブロックのQs値を未知パラメータとした。

解析データとして防災科学技術研究所のK-net及び地表KiK-netで記録された地震記録を用いた．解析期間はそれぞれの観測点の観測開始時期から2018年11月として，Mj4以上の地震を対象とした。なお，深さが30km以浅の地震については震央距離100km以内、深さ30km以深の地震については震央距離500km以内の観測点を使用した。また，地盤非線形の影響を除去のため100Gal以上の地震記録を除いた。スペクトル振幅はNS成分のS波主要動部分から計算し，１～10 Hz について1Hzごとに求めた。

3. 結果

図１に10Hzにおいて推定されたQs構造を示す．なお，解像度解析を行い，信頼性の低い領域はマスクした．このQs構造からは，火山下30-40 kmにおける高減衰（Low-Qs）域や太平洋スラブに対応する低減衰（High-Qs）域の存在など，おおよそ東北地方(e.g., 中村・植竹, 2004, Liu et al., 2014)と類似した特徴が得られた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

加えて，日高山脈西側では深さ0-20 kmにおいて顕著な高減衰域が推定された．この高減衰域は深さ40 km程度まで連続して分布しているように見える．この特徴はQp構造(Kita et al., 2014)とも整合的である．さらに，日高山脈付近に高減衰域と並行した低減衰域がイメージされた．これらの結果は，東北日本弧と千島弧の衝突に伴い，日高山脈付近では数10 km程度の空間スケールで強い不均質構造が発達していることを示している．

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震は，この日高山脈西側に発達する高減衰域の西端に位置する（図1の深さ30-40 kmの結果）．胆振東部地震の震源域周辺では，高減衰域と低減衰域の境界がほぼ南北に分布しており，この走行は日高周辺の地質構造の走行とほぼ同じである．胆振東部地震の余震も南北方向に分布することから，本研究では得られたQs構造は，衝突帯に沿って発達した不均質構造が胆振東部地震発生域周辺の地震活動に密接に関係していることを示すものである．

謝辞：防災科学技術研究所K-NET、KiK-netデータを使用しました。記して感謝いたします。

キーワード：北海道、衝突帯、S波減衰構造、2018年胆振東部地震
Keywords: Hokkaido, Collision zone, S wave attenuation structure, the 2018 Eastern Iburi Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

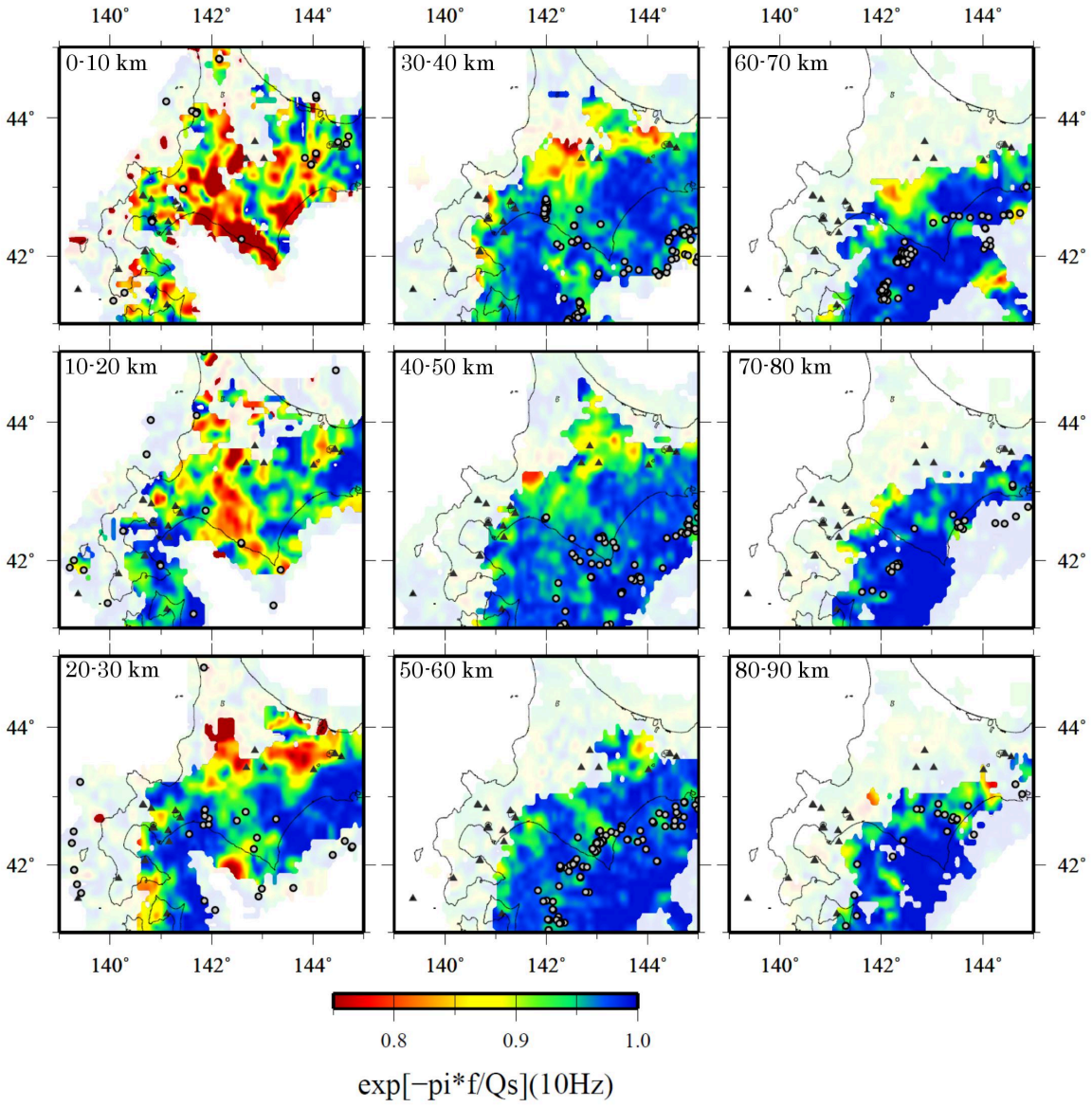


Fig.1 Qs structure in and around the Hokkaido, Japan, obtained at 10 Hz. Less resolved area are masked in the figure. White circles denote the locations of earthquakes used in this study. Black triangles is active volcanoes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日高衝突帯南端部の地下構造 -波形計算を用いた再検討-

Reexamination for the subsurface structure beneath the southern part of the Hidaka Collision Zone, Hokkaido, Japan by using a numerical test of wave propagation

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2]
*Masahiro Shimazaki[1], Noriko Tsumura[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 千葉大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

北海道中南部に位置する日高衝突帯では、太平洋プレートの斜め沈み込みで引きずられた千島前弧が東北日本弧に衝突し、千島弧の上部および下部地殻上部が日高主衝上断層(HMT)での断層運動により地表に露出している。
この地域の地下の構造を調べる目的で、1990年代、日高衝突帯南端部では衝突帯を横切るように3つの測線を配置し反射法地震探査が行われた。Tsumura et al. (1999)は得られた時間断面図から、千島弧側の下部地殻が深さ約23kmを境に、北東傾斜の衝上する層と南西傾斜の沈み込む層に分かれているデラミネーション構造が発達していると解釈した。後に3つの測線を統合して解析したIto et al. (2000)や、CRS/MDRSによって再解析したIto et al. (2013)でも同様の深度断面図が得られデラミネーション構造を支持している。
一方、Kita et al. (2012)は走時インバージョン法により同領域の3次元地震波速度構造を求め深さ約23km以浅についてはIto et al .(2000)と同様の解釈をしたが、23km以深では東北日本弧側の地殻物質がプレート境界まで到達する構造を推定した
デラミネーションが発達しているとすると、北東傾斜の衝上する層に対応する長さの南西傾斜の沈み込む層が地下に存在していると期待される。しかしIto et al. (2013)の深度断面図では深さ23kmから38kmまで2つの平行な反射面は確認できるものの、より深部の反射面は見いだせなかった。またKita et al. (2012)の解釈では深部の南西傾斜を示す反射面に対応する物性的な違いがないため，現在得られた反射断面を十分に説明できない可能性がある。そこで本研究では2つの解釈をもとに作成した地下構造モデルに対して反射探査と同じ仕様で発振を行ったとき、どのような反射波記録が得られるか、解析ソフトMadagascarを用いて計算した。
波形計算のために、Ito et al. (2000)の解釈をもとに、38km以深にも千島弧側の下部地殻が連続して沈み込んでいると仮定した地下構造モデル(以下Delamiモデル)と、Kita et al. (2012) の解釈をもとに、千島弧側の下部地殻が沈み込まずマントル物質が上昇してきている地下構造モデル(以下Non-Delamiモデル)の2つのモデルを作成した。2つのモデル内は上部地殻・下部地殻・マントル・海洋プレートに分け、それぞれの層の物質の平均的な密度を設定した。どちらのモデルもKita et al. (2012)で得られた地震波速度構造をもとに各層の速度を与えた。
波形計算の結果、Delamiモデルではデラミネーションした下側の層の沈み込みはじめの部分付近からの反射波のみが設置されている測線内に届き、それ以深からの反射波は測線より南西側の領域に到達することがわかった。Non-Delamiモデルに対して計算された波形では、実際の反射断面で見られたような深さ約23km～38kmの南西傾斜の反射面からの反射波が到達する時刻に波群は見られなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：衝突帯、日高、地下構造、反射法探査
Keywords: Collision zone, Hidaka, Subsurface structure, Reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査
High resolution seismic surveys in the Kuril trench off Hokkaido

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1]
*Yasuyuki Nakamura[1], Shuichi Kodaira[1], Mikiya Yamashita[1], Seiichi Miura[1], Gou Fujie[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology

千島海溝では過去に十勝沖地震に代表される巨大地震が発生し、津波を含む災害を引き起こしてきた。近年、千島海溝域での巨大地震発生確率が高まっているとの評価がなされるなどこの海域での調査・研究の重要性が高まっているが、他の海域に比べてこれまでの調査は十分と言えない。我々は2016年と2018年に襟裳岬付近から釧路沖にかけての千島海溝軸周辺において、深海潜水調査支援母船「よこすか」と可搬式MCSシステムを用いた反射法探査を実施した。測線間隔は約6km、測線長は約35kmの24測線で、長さ1.2kmのストリーマーケーブル、容量380立法インチのクラスターガンによってデータを取得した。得られた反射断面の特徴は以下のとおりである。沈み込む太平洋プレートは折れ曲がり断層による変形を受けており、断層の落差は大きいもので往復走時にして約300 –400 msのものが見られる。調査範囲の太平洋プレート上には襟裳海山、拓洋第一海山等の海山が存在し、海山周辺では堆積層が薄くなる。海山から遠い測線では堆積層の厚さは500msを超える測線も見られる。海溝軸に関しては、特に釧路海底谷から西側で海溝充填堆積物が厚く堆積しており、厚いところでは800msにもなっている。陸側斜面下の堆積層内は不明瞭な測線が多いが、いくつかの測線では陸側傾斜の反射面が見られる。また、襟裳海山近傍の測線では陸側斜面最下部で斜面崩壊を示唆する断面が得られている。

キーワード：千島海溝、反射法探査、海山、堆積物
Keywords: Kuril trench, seismic imaging, seamount, sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造
Subsurface Structure at the North of the Yokosuka Fault by Seismic Reflection Survey

*伊藤 忍[1]
*Shinobu Ito[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

1945年1月13日に発生した三河地震（M6.8）は，深溝断層および横須賀断層を震源とするとされている．相対的に南側に位置する深溝断層は逆L字型を示し，北側に位置する横須賀断層はL字型を示している．このうち特に横須賀断層の南北走向区間は震源断層ではなく，二次的な地変である可能性が指摘されている（Ando, 1974）．杉戸・岡田（2004）は地表の変位の記録を丹念に精査した．彼らは，横須賀断層の南北走向区間が二次的な地変の可能性に言及しつつも，地震を発生させた震源断層が地表に到達したものである可能性が高いとしている．Kikuchi et. al. (2003) は地震波形インバージョンにより震源モデルを推定しているが，杉戸・岡田（2004）は地表地震断層とは不調和であると述べている．このように，横須賀断層の南北走向区間の解釈は未だ判然としているとは言い難い．我々は横須賀断層の北部とされる愛知県西尾市志籠谷町周辺で，横須賀断層が深部に延長しているか否かを明らかにするために，P波反射法地震探査を実施した．

調査は，横須賀断層北部を対象とする測線（GS-NSO2）の他，高浜断層南東延長部を対象とする測線（GS-NSO1）をあわせて，2018年9月27日から10月2日まで実施した．測線長は1810mである．発震はIVI社製EnviroVibeを1台使用した．スイープ周波数は10～120Hz，スイープ長は16秒である．発震点間隔は5mを基本とし，一部区間は2.5mで稠密発震を行った．総発震点数は421点で，各点で3～5回発震した．受振器はGeospace社製のOMNI-2400（固有周波数15Hz）の3連を使用した．収録にはGeospace社製の独立型レコーダーGSXを使用した．受振点間隔は5m，総受振点数は342点である．処理は通常のCMP重合法を用いた．

得られた断面には，断層の存在を示唆する特徴は得られなかった．過去のトレンチ調査によれば，三河地震に約2万年先行して地震が発生しているとされている．三河地震とその先行する地震による変位の和はせいぜい2m程度のようである．仮に2mしか変位がないとすれば，今回の調査での変位の検出は不可能である．しかしながら，もし深部に進むほど変位が累積していれば，その検出は可能であると考えられる．少なくとも，今回の調査で変位が累積しているという兆候を見出すことはできなかった．

キーワード：横須賀断層、断層、反射法地震探査
Keywords: Yokosuka Fault, fault, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography

*Yaning Liu[1], Jianping Wu[1], Shuxian Bao[1], Xiaohong Meng[2]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, 2. China University of Geosciences (Beijing)

The Ordos block is located on the west side of the North China Carton, adjacent to the northeastern part of the Tibetan Plateau, with the Yinshan organic belt to the north and the South China block to the south. And the tectonic evolution of Ordos block is controlled by the North China basin extension caused with subduction of the Pacific plate and the extrusion and sheared from the northeastern margin of the Tibet Plateau follow the collision of the Indian-Eurasian plate.

The study area spans from 32˚N to 42˚N and 108˚E to 114˚E , which includes the Ordos block and its adjacent structures . The seismic data we used for inversion were recorded by 1244 stations including: 198 permanent stations and 1043 temporary stations (ChinArray II and III), from November 2013 to August 2017. The study uses local-seismic for inversion. After manual labeled the seismic phase, we select events with more than ten phase records of individual seismic events. The epicentral distance is less than 200km. Finally, we obtained about 22,500 phase records of 1882 local seismic events.

Our preliminary research results are consistent with previous studies and surface structures of a wide range of velocity distributions. However, in the middle-upper crust under the Liupan Mountain, the low-speed anomaly extending downward is shown, which may be caused by the horizontal extrusion caused by the eastward asthenosphere flow driven by the continuous compression of the northeastern margin of the Qinghai-Tibet Plateau during the Cenozoic. While, in the middle crust of the Ordos Basin, there are weak high-speed anomalies that divide the low-speed disturbances in the basin into three parts, showing the fluctuation of the crystalline basement of the basin. In the Taihang Mountains in the west of the study area, low-velocity anomalies extending to the upper layer of the mantle are shown. We initially believe that this anomaly is related to the volcanic thermal motion that once existed on the area.

Keywords: P-wave velocity structure, Ordos block

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造
Seismic imaging of the 2016 Kumamoto earthquake area using P and PmP data

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2]
*Dapeng Zhao[1], Haibo Wang[2], Zhouchuan Huang[2], Mingjie Xu[2], Liangshu Wang[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 南京大学地球科学系
1. Department of Geophysics, Tohoku University, 2. School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University

We determined a high-resolution model of 3-D P-wave velocity (Vp) tomography of the crust in the source zone of the 2016 Kumamoto earthquake (M 7.3) in Kyushu, SW Japan using a large number of arrival times of first P-waves and reflected P-waves from the Moho discontinuity (PmP). The PmP data are collected from original seismograms of the Kumamoto aftershocks and other local crustal events in Kyushu. Detailed resolution tests show that the addition of the PmP data can significantly improve the resolution of the crustal tomography, especially that of the lower crust. Our results show that significant low-velocity (low-Vp) anomalies exist in the entire crust beneath the active volcanoes, which may reflect the pathway of arc magma. The 2016 Kumamoto earthquake occurred at the edge of a small low-Vp zone in the upper crust. A significant low-Vp anomaly is revealed in the lower crust beneath the source zone, which may reflect the arc magma and fluids ascending from the mantle wedge. These results suggest that the rupture nucleation of the 2016 Kumamoto earthquake was affected by fluids and arc magma.

キーワード：熊本地震、地殻反射波、地震波トモグラフィー
Keywords: Kumamoto earthquake, crustal reflected wave, seismic tomography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1]
*Toya Mitsuhiro[1], Koji Yamada[1]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants Co., Ltd.

1. Introduction

A high-resolution crustal structure in the volcanic zone is basic information for prediction of volcanic activity in the future. Therefore, in this study, we carry out preliminary research in Kyushu region aiming at the estimation of three-dimensional (3D) velocity structure in the volcanic zone by the 3D seismic tomography. In this region, it is suitable for this study because a large number of earthquake records of the main shock and aftershocks of the Kumamoto earthquake that occurred in April 2016 can be used and there are many volcanoes such as Mt. Aso and Mt. Unzen. Thus, we perform the 3D seismic tomography in Kyushu region for the estimation of 3D velocity structure, and consider problems on application to the volcanic zone.

2. Data and Method

We used arrival time data downloaded from the website of National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED). We selected 59011 earthquakes observed at 141 stations from April 2016 to March 2017. The selected area is 129.3˚E ~ 132.1˚E, 30.9˚N~ 34.0˚N, 0 ~ 50 km in depth. And, for P-wave arrivals, we added 804 earthquakes observed at 4 V-net stations at Mt. Aso and travel time data obtained by explosion seismic observations in the Hinagu fault area, Kyushu (The Research Group for the 2003 Hinagu Fault Seismic Expedition, 2008) and Eastern Kyushu (RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY, 1999). In total, our selection result in 871,690 P-wave arrivals and 840,633 S-wave arrivals.

We estimate 3D seismic velocity structure using the Fast Marching Tomography (FMTOMO) method of Rawlinson et al. (2006). This program uses the fast marching method via finite difference solution of the eikonal equation (Sethian, 1996) for calculation of synthetic travel times. The model area is 129.2˚E ~ 132.2˚E, 30.8˚N~ 34.1˚N, -4 ~ 52 km in depth. The horizontal grid spacing is 0.1˚(about 10 km) and the vertical is 4 km (the number of grids is 34×31×15 for three coordinate axis). An initial velocity structure model is JMA2001 (Ueno et al. 2002) and we set six iterations of the tomographic inversion scheme. Then, we examined the resolution of the tomographic inversion using a checkerboard resolution test (CRT). The size of checker is 2×2×2 in grid number, and the velocity perturbation for the initial velocity structure model is ±0.1 km/s. As a result of the CRT, we confirmed that checkerboard pattern is well resolved up to about 20 km deep in the Kumamoto area.

3. Results

Figure 1 shows plan views of the P-wave velocity and the S-wave velocity structures obtained here at 4 km depth. The pattern of velocity variation is similar to each other and pronounced low velocity area exists in the southern Kumamoto. At 0 ~ 1 km depth, low velocity area exists in the Kumamoto Plain. However, in this study, pronounced velocity variation is not seen beneath Mt. Aso and other volcanic zones. So, for improving the resolution, we are going to add earthquakes in the area with less them and stations (K-net, V-net and so on).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgments
We would like to thank the National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED) for the use of the arrival time and the seismic data. All figures are made using the free software GMT (Wessel & Smith 1998).

キーワード：地震波トモグラフィー、速度構造、九州
Keywords: seismic tomography, velocity structure, Kyushu

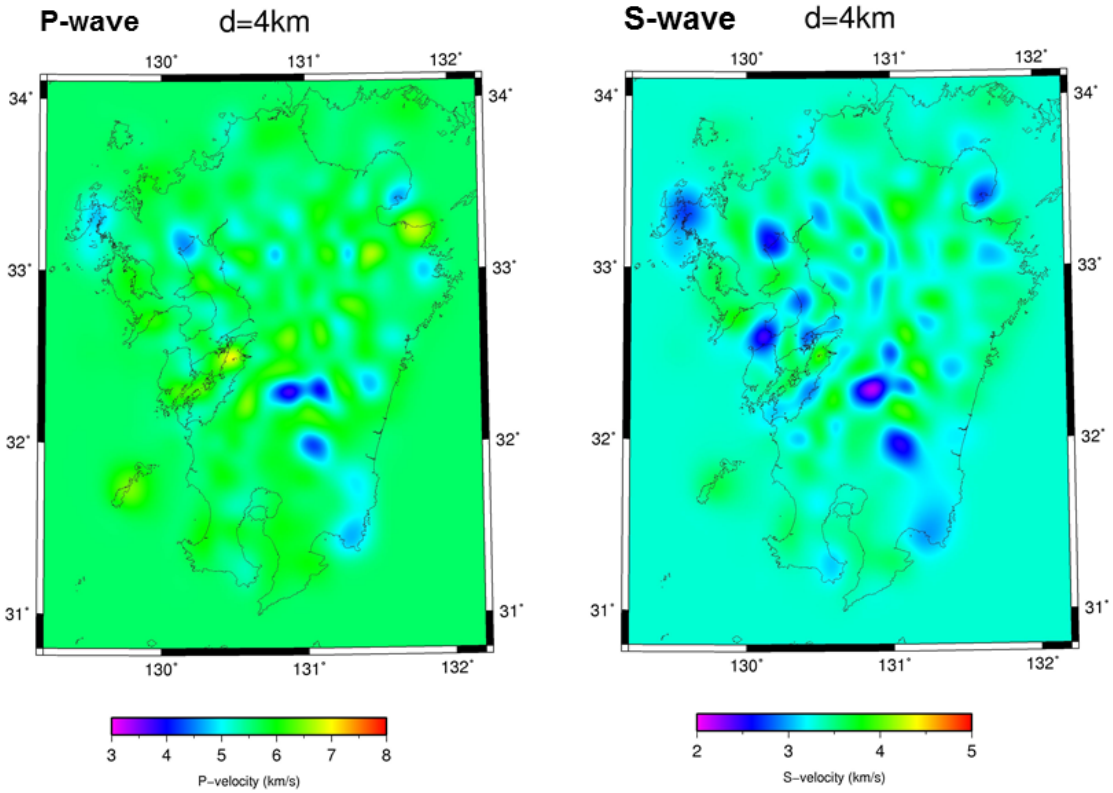


Fig. 1. Plan views of velocity structure for Vp (left), velocity structure for Vs (right)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定
Estimation of the structure of the Philippine Sea slab under south Kyushu using receiver function analysis

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1]
*Masaki Uchida[1], Takahiro Ohkura[1], Takuo Shibutani[1], Yuki Abe[2], Shintaro Komatsu[1], Ken'ichi Yamazaki[1], Yusuke Yamashita[1], Shin Yoshikawa[1], Masato Iguchi[1], Takeshi Tameguri[1], Tadaomi Sonoda[1]

1. 京都大学、2. 温地研
1. Kyoto Univ., 2. Hot Springs Research Institute

沈み込み帯では，沈み込むスラブによって上部マントルに流体が輸送されることで，火成活動が引き起こされると考えられている[Tatsumi, 1986, GRL]．我々は，桜島・霧島の火成活動とその地域の地下構造の関係を明らかにするために，宮崎一阿久根測線と宮崎一桜島測線において，定常観測網を補って2010年から稠密観測点を設置した．本研究では，その稠密観測点と観測点近傍の定常観測点で記録された遠地地震波形を用いて，レシーバ関数解析による測線に沿った地下構造のイメージングを行なう．

レシーバ関数は，遠地地震のP波の水平動を上下動でデコンボルブして得られる時間関数[Langston, 1979, JGR]であり，速度不連続面で変換されたPS変換波の検出に利用できる．速度構造を仮定し，レシーバ関数の時間軸を深さ変換し，S波の波線追跡からイメージングを行う断面に投影しイメージングを行う．本研究では，2009年11月から2017年３月までに発生したマグニチュード5.5以上の遠地地震を用いる．レシーバ関数を断面に投影する際は，Matsubara et al. [2007, Tectonophysics]の三次元速度構造と，Abe et al. [2011, GJI]の変換面の傾斜の方向と角度を考慮してレシーバ関数を深さ変換する手法を用いる．

Abe et al. [2013, JGR]では，九州全域の定常観測点とIASP91の一次元速度構造を用いてレシーバ関数解析を行い，九州ーパラオ海嶺によって分けられているフィリピン海プレート全域のS波速度不連続の地域的変動を明らかにした．九州南部域は約50Maで形成され，西フィリピン海盆として知られており[Hilde and Lee, 1984, Tectonophysics]，Abe et al. [2013]は，九州南部下ではスラブから脱水された流体が背孤側に輸送され，島弧火山活動を引き起こす可能性があると示唆した．また，Abe et al. [2013]のイメージングの結果からマントルウェッジの低速度化も検出されており，Hacker et al. [2003, JGR]やChristensen [2004, Int Geol Rev]で推定された蛇紋岩への相転移や蛇紋岩のS波速度をふまえて，海洋地殻由来の流体による蛇紋岩化したマントル[Bostock et al. 2002, Nature]が存在すると考えられている．

本研究では、稠密観測網で得られたレシーバ関数を，3次元速度構造を用いて深さ変換することで、Abe et al. [2013]より精度の高いイメージング断面を求め、得られた構造と霧島・桜島の火山活動の関係を議論する．

キーワード：レシーバ関数解析、南九州、フィリピン海スラブ
Keywords: Receiver function analyses, Southern Kyushu, Philippine Sea slab

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1]
*Eiji Kurashimo[1], Takashi Iidaka[1], Noriko Tsumura[2], Takaya Iwasaki[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 千葉大学
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. Chiba University

The Nankai trough region, where the Philippine Sea Plate (PHS) subducts beneath SW Japan arc, is a well-known seismogenic zone of interplate earthquakes. The most recent great earthquakes occurred in 1944 (Tonankai Earthquake, M=7.9) and 1946 (Nankai Earthquake, M=8.0). In recent years, various slip motions with a different time scale have been recognized at or near the updip and downdip limits of seismogenic zone [e.g., Obara, 2002; Ito and Obara, 2006]. Revealing structural factors that control the fault slip behavior is important to understand the earthquake rupture dynamics. Seismic reflection characteristics and seismic velocity variations can provide important information on the heterogeneous structure around plate interface. Recent seismic experiments reveal the relation between the crustal structure and the fault slip behavior. However, little is known about the deeper part of the plate boundary, especially the down-dip side of the seismogenic zone. In 2015, seismic array observation was conducted to obtain the subduction structure beneath the eastern part of the Kii Peninsula [Kurashimo et al., 2016]. Ninety 3-component portable seismographs were installed on a 90-km-long line nearly parallel to the direction of the subduction of the PHS. Waveforms were continuously recorded during a six-month period. During the seismic array observation, Japan Meteorological Agency determined 45 events within 10 km of our survey line. Prominent late arrivals, probably reflected waves from the deeper part of the crust can be recognized on the record sections. Earthquake data is useful to obtain a deep image. So, in order to clarify the spatial distribution of the reflectors, we applied the reflection method to the earthquake data. We used horizontal-component seismograms, because high amplitude S-wave reflection can be recognized on the record sections. Conventional common mid-point processing cannot be applied to earthquake data because the reflection point does not lie at the mid-point between source and receiver, so, we applied the Common Reflection Point (CRP) transformation [e.g., Quiros et al., 2016] to the earthquake data set using a tomography-derived 3D S-wave velocity model [Kurashimo et al., 2016]. Reflection points and their relevant travel-time from earthquake to receiver were calculated using a 3D finite difference travel-time algorithm [Hole and Zelt, 1995]. Before applying the CRP transformation, the waveform data were filtered by a band-pass filter (1 -8 Hz). After applying the CRP transformation and the stacking process, we applied a post-stack migration technique. The migrated shear wave reflection image shows that the northward dipping reflective zone interpreted to be the upper boundary of the PHS can be recognized at a depth range of about 25 -30 km. The top of the low-frequency earthquakes (LFEs) occurrence zone well corresponds to the high amplitude S-wave reflective zone. LFEs are also located in and around the low Vp and high Vp/Vs zone [Kurashimo et al., 2016]. These results suggest the occurrence of the LFEs may be associated with fluids.

キーワード：フィリピン海プレート、自然地震反射法、低周波地震
Keywords: Philippine Sea plate, earthquake reflection method, Low-frequency earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise

*Kellen Azua Quezada[1], Sergio Ruiz[1], Francisco Pasten-Araya[2,3], José Salomón[4], Pablo Salazar[2,3], Miguel Saez[1], César Pastén[4], Felipe Leyton[5], Wasja Bloch[6]

1. DGF, UChile, 2. DG, UCN, 3. CIGIDEN, 4. DIC, UChile, 5. CSN, Chile, 6. GFZ

The Mejillones Peninsula (MP) is locate in northern Chile (-23.28º, -70.5º). MP is a geomorphic atypical uplifted block of the coastal platform of 100 km length. This structure has been proposed as a segment boundary for large subduction earthquakes, as the case of Mw 8.0 Antofagasta (1995) and Mw 7.7 Tocopilla (2007) events. Additionally, the Peninsula presents a wide and deep layer of sediments that could enhance site effects. For this reason, in this work we study the shallow structure of MP basin. We deployed a dense temporary seismic network in the MP, which registered in continuous time from July 2013 to September 2015. From the continuous records, we built a local tomography using the spectral ambient seismic noise. We use vertical component of seismograms to obtain the Green function from cross-correlation between station pairs. The frequency domain method allows determine of phase velocity relating the zero-crossing of the real part of cross-correlation spectrum with the zero crossing of the zero-order Bessel function of the first order. The Rayleigh wave phase velocities are inverted by means of a non-linear iterative 2-D tomographic technique; finally we recover phase velocity maps at different frequencies. The tomographic maps present significant features that correlate with surface geology. We found in the West part of the MP lower velocities that East zone. We can associate this with fractured metamorphic rock. Higher velocities in the Eastern part of the peninsula are associated with the presence of intrusive rocks. The difference in velocity of these two anomalies is maintained at differents depth.

Keywords: Tomography, Ambient Seismic Noise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)

*Masyitha Retno Budiati[1], Genti Toyokuni[1], Tomomi Okada[1], Toru Matsuzawa[1]

1. Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University

Central Indonesia has complex tectonic structures where is characterized by several subduction zones at northern and eastern part and also active faults (e.g., Palu Koro, Matano and Hamilton faults). These complexities affect crustal structures around the region. In this study, we estimated spatial variation of crustal thickness and their relation with active tectonics. We used waveform data recorded at 10 BMKG broadband stations around Sulawesi Island. Firstly, the continuous data were divided into 20 minutes segments with time shift in every 5 minutes. Once the pre-processing steps for each segment were done, we calculated the CCFs between two contemporaneous segments from two stations and stacked the daily-averaged CCFs over 5 months. We further compressed the two-sided signal into one-sided signal by taking the average of positive and negative lag part of the CCFs in order to stabilize the dispersion curves of group velocities. To fit the synthetic and the observed group velocities, we adjusted the two layers crustal velocity model from CRUST 1.0 (Laske et al., 2013) corresponding to the observation group velocities. The velocity model that is faster than the observation was subtracted 5% and 10% to find the best crustal thickness with minimum RMS between observations and synthetics at period of 20s –30s. To confirm our procedure above, we currently apply the similar procedure to estimate the well-known Moho discontinuity in Tohoku region, Japan. We collected 5 months continuous waveform data from vertical components of 10 F-net stations around Tohoku region. The results showed that the slower velocity models makes the crustal thickness shallower. The estimated depth of Moho discontinuity beneath Tohoku region is about 20km –30km using subtracted velocity models. This is almost consistent with previous studies (e.g. Zhao et al., 1990). While the estimated depth of Moho discontinuity at eastern part of Central Indonesia is about 27km –35km which is related to the ocean crust, Batui and Sula thrust and at the continent of Sulawesi Island the estimated depth of Moho is about 35km –45km.

Keywords: Central Indonesia, Tohoku Region, Crustal structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

Subsurface structure below the southernmost area of South Japanese Alps estimated by seismic interferometry imaging

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6]
*Toshiki Watanabe[1], Hasegawa Daima[1], Tanio Ito[2], Ken'ichi Kano[3], Susumu Abe[4], Akira Fujiwara[5], Yoshinori Kouchi[6]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 地震予知振興会、3. 静岡大学、4. 石油資源開発（株）、5. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6. （株）ジオシス
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Association for the Development of Earthquake Prediction, 3. Shizuoka Univertity, 4. JAPEX, Co. Ltd., 5. JOGMEC, 6. Geosys, Inc.

東海地域では、フィリピン海プレートの沈み込みに起因して巨大地震の発生のみならず低周波地震やスロースリップイベントといった地震学的なイベントが起こっている。また、東海地域東部はフィリピン海プレートの沈み込みと伊豆弧の衝突との遷移域である。この地域の地下構造を理解するために、既存の構造探査の空白域を埋めるように、2013年に南アルプス南端部地域で地震観測点34点から構成される稠密地震計アレイによる4ヶ月間の自然地震観測が行われた。

本研究では、その観測記録を用いて地震波干渉法イメージングを行った。地震波干渉法は、2つの観測点で記録された地震波の相互相関を計算することで、一方の観測点を仮想的な震源として他方の観測点で観測される反射波を取り出すことができる手法である(Wapenaar, 2003)。単一の観測点では、地震波の自己相関がその観測点を仮想的な震源として観測される反射波記録に等しい(Claerbout, 1968)。本研究では、フィリピン海プレートと地殻内の構造をイメージングするために、太平洋プレートのスラブ内で発生した近地深発地震を用いて、P波とS波それぞれについて、自己相関解析を行い反射断面を作成した。この際に、隣り合う2つの観測点の記録の相互相関波形をそれらの中点の座標に投影し、擬似的に観測点密度を高めた。トモグラフィで得た速度構造を用いてマイグレーションを施して反射深度断面を得た。

S波反射断面では、深さ約25 kmを境に浅部で反射が多く深部で反射が少なく、また、この境界は測線東部行くに従って浅くなるという特徴が見られた。本研究の測線に接続する既存の構造探査の結果や既存のプレート境界モデルと比較し、深さ25 kmの連続性のよい反射面をプレート境界と解釈した。この解釈は、フィリピン海プレートの玄武岩質の海洋性地殻が低VS・高VP/VSであり非地震性であるというHirose et al. (2008) の結果と調和的である。測線の東部ではプレート境界に対応する反射面が得られなかったが、この理由として、この領域ではKodaira et al. (2004)で指摘される珪長質な島弧地殻が沈み込んでおり、陸側地殻と大きな物性値コントラストがない可能性、伊豆弧衝突による複雑な地殻構造の影響の可能性が考えられる。

キーワード：地震計アレイ観測、地震波干渉法、反射深度断面、プレート境界
Keywords: seismic array observation, seismic interferometry, reflection depth profile, plate boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

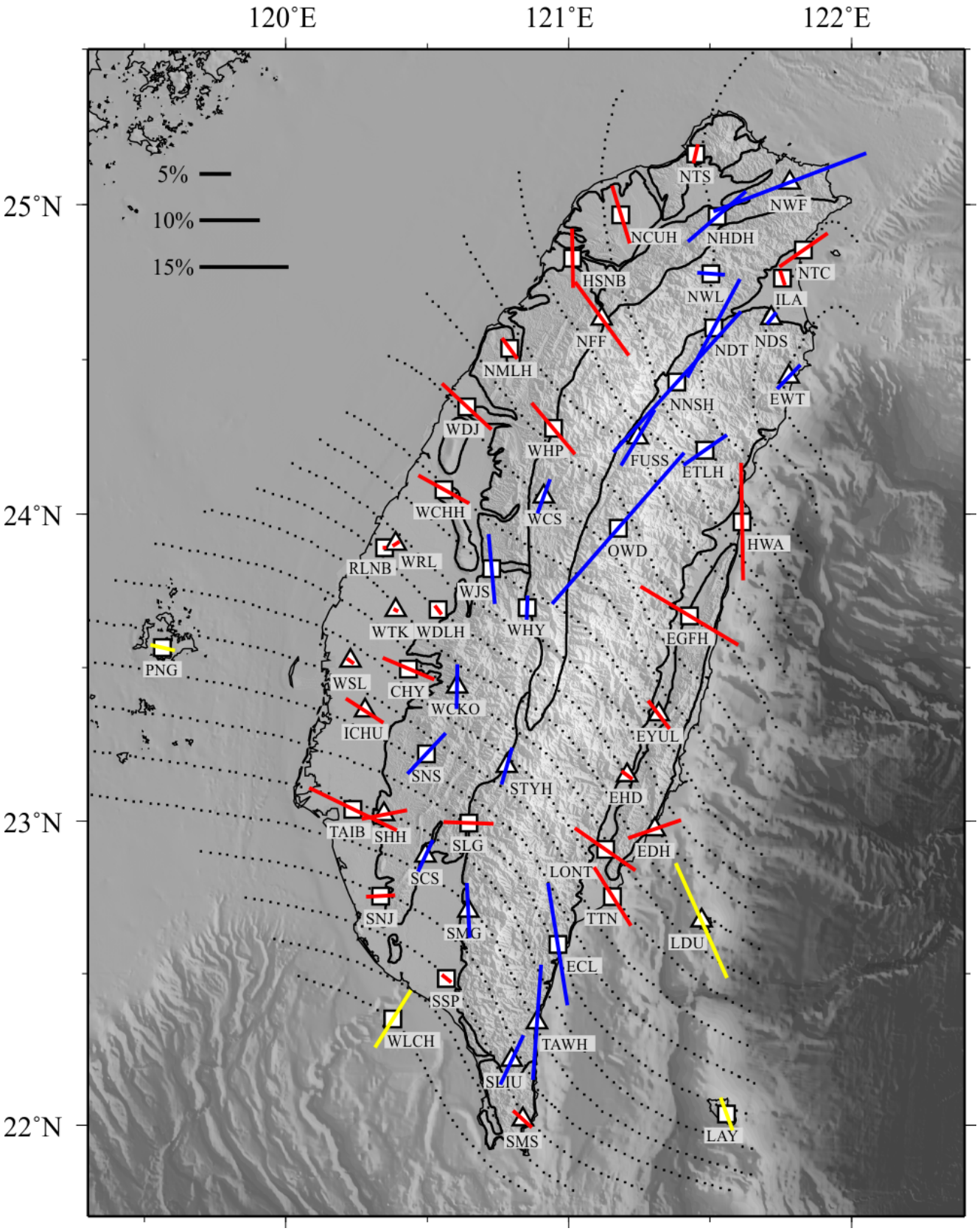
*Hsin-Yu Lee[1], Yuancheng Gung[1], Li-Wei Chen[2], Ling-Yun Chiao[3]

1. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA, 3. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan

We report the near-surface (<500 m) seismic structure, Vs, Vp and Vs anisotropy, of Taiwan using the empirical Green’ s function of body waves extracted by applying coda interferometry to the vertical station pairs at 56 borehole sites. We find clear characteristic cos2θ dependence of Vs in all the determinations of Vs azimuthal anisotropy. Because the borehole sites are located at very diverse geological structures of Taiwan, we are able to notice the following interesting features about the near-surface Vs anisotropy: (1) The patterns of the observed anisotropy fall into two categories, OPA (Orogeny-Parallel Anisotropy) and SAA (Stress-Aligned Anisotropy), and both types of anisotropy fit well the local geological fabrics and/or the ambient stress. (2) About half of the amplitudes of anisotropy are larger than 10 %. The site with the largest amplitude of anisotropy (34%) is located in the slate belt of the Central Ranges, while the sites with weak anisotropy (~1%) are associated with low Vs and/or small strain rate. (3) The amplitudes of OPA are generally stronger than SAA, and the types of anisotropy are closely related to the Poisson’ s ratios at the borehole sites. (4) The strong variations of the OPA amplitudes can be explained by the rock types in the well body with the metamorphic rocks carrying stronger anisotropy than the sedimentary rocks. (5) The strong near-surface anisotropy also implies that delay times contributed by the shallow crust might have been underestimated in studies of shear-wave splitting measurements using the direct arrivals of earthquakes waves.

Keywords: coda interferometry, near-surface seismic anisotropy, Taiwan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1], Hsin-Hua Huang[2], Lun-Tao Tong[3], Wayne Lin[3], Po-Tsun Lee[1], Shou-Fang Chang[1], Jin-Fa Lee[1]

1. Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan, 2. Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan , 3. Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan

The convergence between Eurasian plate and Philippine sea plate produces the tectonically and geodynamically complex regions of Taiwan. The orogeny has been suggested as from ancient oceanic-oceanic plate subduction transforming to the continental-oceanic plate collision as the proceeding of the accreted volcanic arcs. The major suture of the plate boundary in eastern Taiwan, the Longitudinal Valley, contributes most of the seismic activities and absorbed about half of the plate convergence. How the shortening and disappearance of the oceanic plate provoked multidisciplinary researches in discussing the kinematics and the related earthquake structures.

Local seismic tomography is a useful technique for unraveling the subsurface structures. The Taiwan seismic tomographic studies that are advanced by large projects or by integrating multiple data sets have been proposed in recent years. Furthermore, since 2012 the seismic signal digitization of the Central Weather Bureau (CWB) seismic network was upgraded from 12 to 24 bit, and the potential timing issue of telemetry delays has been eliminated with onsite GPS time system. Additionally, the new airborne magnetic survey has been carried out in eastern Taiwan by the Central Geological Survey (CGS) and the Industrial Technology Research Institute (ITRI) recently. High magnetic anomalies were detected not only in the volcanic arc but also in the eastern Central Range along the north-south trending Longitudinal Valley. These observations motivate us to revisit the subsurface structures with updated seismic tomographic models using new CWB data sets from 2012 to 2015.

The iso-velocity contours of the updated model keep similar structures with the previous model at first order but furtherly reveal more details. A continuous high-Vp and high-Vp/Vs bulge which extends to the shallow depths of the eastern Central Range has been interpreted as a high-pressure rock exhumation along the subduction of South China sea plate or an obducted Luzon forearc sliver. On the other hand, the new airborne magnetic survey reveals two individual high magnetic stripes that share the same high magnetic characteristics with the oceanic crust. However, the magnetization vectors behave oppositely in the direction at both flanks of the Longitudinal Valley. Such findings of these integrated geophysical analyses enable us to discuss the anomalous crustal structures and their tectonic implications.

Keywords: Airborne magnetic Survey, Seismic tomography, Forearc obduction, Exhumation, Oceanic crust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

固体地球の第一層を構成する地殻の構造について検討する．観測に基づく構造の記述やその進化の解明に加え，地震や火山など地殻内における諸現象の理解，地殻内物質の地質学的研究など，地殻に関わる多様な視点からの講演を歓迎する．また，これらの理解の基礎となる観測手法やデータ処理手法などについての発表も歓迎する．

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

Regional difference in long period surface wave phase velocity by an explosive phenomenon generated in North Korea on September 3, 2017

*山田 浩二[1]
*Koji Yamada[1]

1. 株式会社　阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants co., ltd.

2017年9月3日の12時30分過ぎに朝鮮民主主義人民共和国を震源とする爆発的な事象が各地で観測された。気象庁による震源の位置は北緯41.3度、東経129.1度、深さ0キロメートルとされており、ほぼ地表付近を震源とする。地表面で発生した爆発的事象であるため、P波以外にレーリー波が観測されており、観測された波形は巨大な表面波探査の観測記録と見ることもできる。

昨年度の地震学会において、観測されたレーリー波は0.03～0.1Hz付近で強い分散性を示しており、大爆破観測のデータを用いてP波速度構造が推定されている近畿地方を対象に、ライン状の観測点を通過する波の位相速度を解析する表面波多チャンネル解析（Multichannel Analysis of Surface Wave）を行ったところ、得られた位相速度は廣瀬・伊藤(2006)を参考に設定した1次元速度構造に概ね対応するとともに、観測されている位相速度はモホ面に至るまでの速度構造を反映したものであると考えられることを示した。

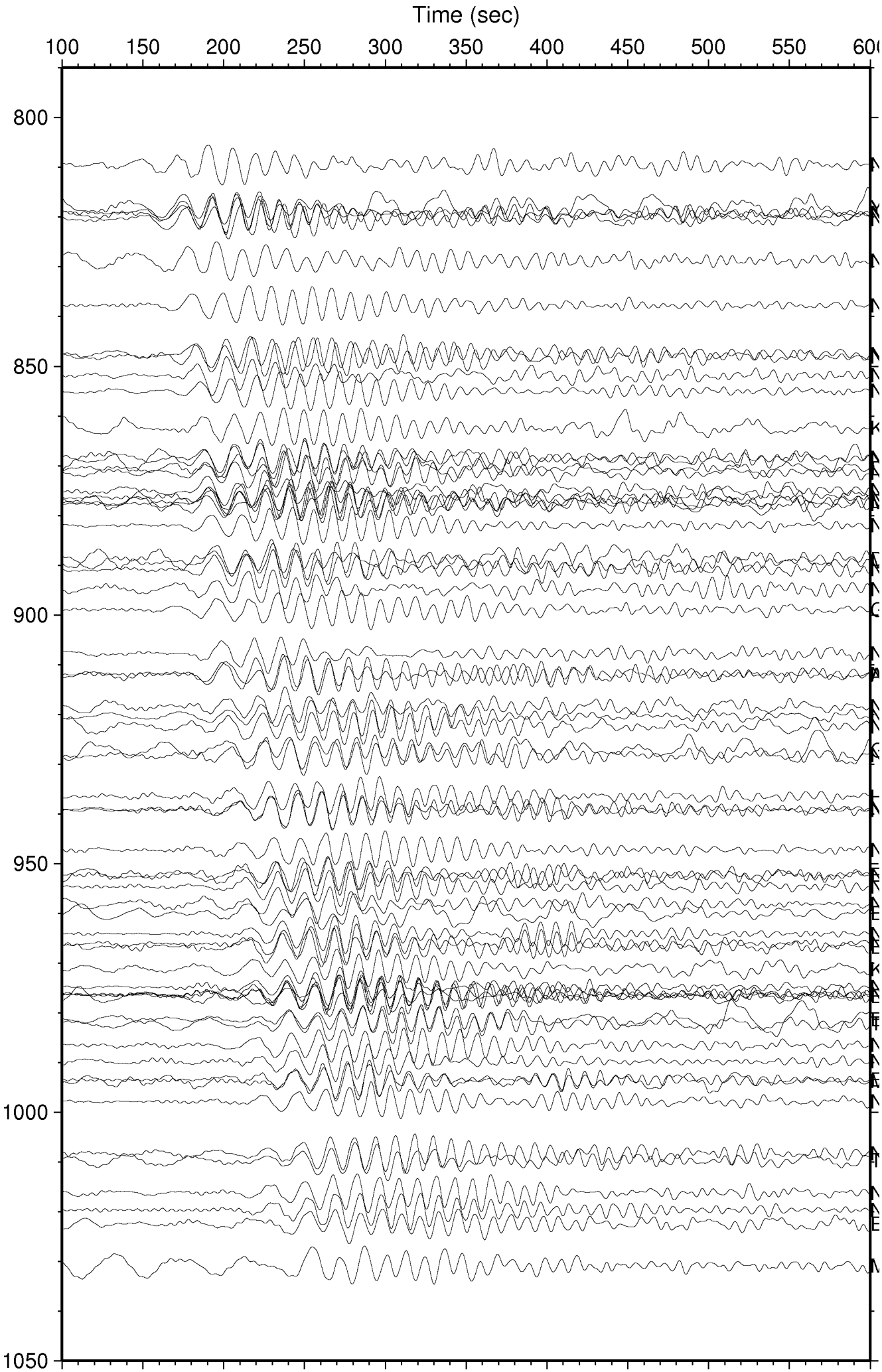
国内各地域について震源からの方位をもとに適当な角度でMASWを行ったところ、得られた位相速度に地域性が見られていたので、それについて報告する。

謝辞

本報告では、防災科学技術研究所広帯域観測網（F-net）・高感度地震観測網（Hi-net）、各国立大学、気象庁の観測データを用いました。記して感謝します。

キーワード：北朝鮮の爆発的事象、長周期表面波、モホ面、表面波多チャンネル解析
Keywords: Explosive phenomenon generated in North Korea, Long period surface wave, Homo, Multichannel Analysis of Surface Wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

Phase velocity estimation based on spatial gradient of surface wave arrival time of teleseismic earthquakes observed by S-net

*石上　朗[1]、高木 涼太[1]
*Akira Ishigami[1], Ryota Takagi[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science

地震発生環境やプレート境界面におけるすべり特性の理解のためには，地震波速度構造が重要な情報の一つになる．また，近年の稠密観測網の整備により，観測波形を波動場として捉えることが可能になってきた．本研究では，2011年東北地方太平洋沖地震後に防災科学技術研究所が整備した日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の観測データを用いて，東北日本前弧海域下における表面波位相速度分布を，位相到達時間の空間勾配を取ることで推定した．

解析には加速度計で記録された遠地地震による長周期表面波を使用する．今回解析を行ったイベントは，2018年１月23日にアラスカ湾で発生した深さ25 km，Mw7.9の地震である．今回は観測記録をXYZ成分からUNE成分への座標変換後，上下動成分を用いて，Rayleigh波について解析を行った．解析手法はLin et al. (2009) に従い，解析手順は以下の通りである．まず，狭帯域フィルタを使用した周波数時間解析（FTAN）を行い，観測点毎に位相速度分散曲線を得た．次に，ある周期に着目してその周期における各観測点での到達時刻を空間的に補間して，到達時刻マップを得た．この到達時刻の勾配を計算することでRayleigh波のスローネスを求めることができ，スローネスの逆数を取ることで位相速度分布を得た．これを様々な周期で同様の解析を行い，20-50sの周期について5sごとに位相速度分布を得た．

上で述べた手順のうち，周波数時間解析における位相速度推定には，位相の2πの任意性の問題が存在する．一般に，標準的な位相速度分散曲線を基準としてサイクル数を推定することが行われるが，基準の位相速度分散曲線と実際の位相速度の差が大きい場合や，初期位相による影響が大きい場合には，サイクル数を誤って推定する可能性がある．本研究では，基準とする位相速度分散曲線を繰り返し修正することでこの問題を解決した．まず，初期モデルを陸域におけるPREM１Ｄモデルで与え，周波数時間解析を行い，各観測点で位相速度の分散曲線を得る．次に，得られた位相速度分散曲線の平均を取り，それを次のイタレーションの際の基準分散曲線として用いて周波数時間解析を行う．この処理を繰り返し行うことで，観測網において一定のサイクル数を得ることができた．

以上の解析で得られた位相速度は3.6-3.9km/sであり，Rayleigh波の位相速度として妥当な値が得られた．位相速度の周波数分散も確認することができ，周期45sにおいては高速度領域であるスラブを示すような速度異常が確認できた．また，宮城・福島沖の領域がそれより北および南の領域に比べて高速度を示すパターンも確認できた．

今後は，今回推定された位相速度の空間パターンが地下構造を反映したものであるのか，それとも解析上生じたものなのかを，解析する地震を増やすことで確かめたいと考えている．また，到達方向が異なる複数の地震のデータを用いることによって，速度異方性を推定することができると考えており，その解析も今後進めていく予定である．また，位相到達走時マップを得る際の補間方法について検討が必要であると考えている．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：S-net、表面波、トモグラフィー、東北沖地震、位相速度
Keywords: S-net, surface wave, tomography, Tohoku-oki earthquake, phase velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造
Crustal seismic velocity structure in the Japanese Islands from receiver function analysis using similar earthquakes

*五十嵐 俊博[1]
*Toshihiro Igarashi[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The stress and strain changes due to the recurrence process on the inter-plate great earthquakes of the subducting plate should have a significant effect on shallow inland seismicity and velocity structure in the overriding plate. In this study, we applied receiver function analysis using similar earthquakes, which repeatedly occurred at almost the same location, to investigate the spatiotemporal change of the crustal seismic velocity structure beneath the Japanese Islands. Similar earthquakes used as data were extracted from the seismograms of medium-sized earthquakes, which observed in the seismic network of Japan and occurred in the epicentral distances between 30 degrees and 90 degrees in the periods from September 1989 to February 2016. We estimated temporal changes of crustal seismic velocity structure by receiver function analysis from the selection of pairs of similar earthquakes occurred before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M9.0). In this analysis, we assumed that the depths of the Moho discontinuity, which estimated using all available data for the above period, do not change within the analysis period. As a result, we detected areas of decreased crustal velocity to the west of the source region of the Tohoku-Oki earthquake. We suggest that the stress change by a great inter-plate earthquake affected the velocity reduction or velocity polarization. On the other hand, the crustal velocity increased to the north of the source region. This change may be caused by the effect of the postseismic deformation after the 2003 Tokachi-Oki earthquake (M8.0). However, it is difficult to specify the accurate timing of the change because of long-term data stack. The impact of the great earthquakes has been widespread for a long time. The further studies of the seismic velocity structure in arbitrary period will clarify the cause of changes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method

*Pinar Duran[1], Asim Oguz Ozel[1], Hiroaki Yamanaka[2]

1. ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA, 2. TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Receiver function imaging is an important tool for the investigation of the crust and upper mantle structure. The P to S conversion (Ps) from the Moho is typically one of the most prominent phase on the P-wave receiver funtions. The time delay between the Ps converted phase and direct P wave is sensitive to the depth of the velocity discontinuities, and the average S wave velocity above it. Estimates of the depth and thickness of the Moho and V_P /V_S ratio of the crust are important goals of many receiver funtion investigations. In the frame of the Turkey-Japan joint project, we attempt to determine S-wave velocity structure of the crust beneath Eskisehir Region, described by various tectonic settings. The teleseismic events are recorded by broadband three-component seismic stations of ANA-NET Seismic Network, which is operated by the Eskisehir Anadolu University since 2010. The seismograms from these events, whose epicenters lay at distances greater than 30^o, were deconvolved in the time domain to remove the unwanted noise and then stacked to obtain better receiver functions. This information will be used to establish a linear relationship between thickness and V_P /V_S ratio, each of which is stacked for a given station to identify a best-fit estimate for depth to the Moho and Vp/Vs ratio. To determine their accuracy, these results will be compared with other geophysical studies performed in the region, 1-D crustal models will be presented at the conference. This study is supported by the Joint Research Project under the Bilateral Program of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant TUBITAK 116Y524.

Keywords: Receiver Function Analysis, Crustal structure, P-receiver functions, Waveform inversion, Eskisehir Fault Zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道における3次元S波減衰構造
Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around Hokkaido, Japan

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1]
*Ryoichi Nakamura[1], Takahiro Shiina[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

1. はじめに

北海道は東北日本弧と千島弧の衝突帯（e.g.Kimura,1994,JGR）に位置し、地殻構造が非常に複雑であると考えられている。例えば，Kita et al. (2012. JGR）によると，地殻が太平洋スラブ付近まで深く潜り込んでいることが指摘されている．また，2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）の震源深さ（37 km）は内陸地震としてはかなり深い．このため，余震分布を含め，胆振東部地震の発生には衝突帯に発達した複雑な地下構造が密接に関係していると考えられる。

北海道周辺では既に詳細な地震波速度や減衰のトモグラフィー研究が幾つか行われている(e.g., Kita et al., 2014, JGR; Shiina et al., 2018, JGR)．これらの研究をみると日高山脈の西の地域の深さ10km付近で、Low QpやLow Vp, Vs及びHigh Vp/Vsが存在し、それらが太平洋プレート上面付近と考えられる深さ50km付近まで達している。一方で，同領域におけるQs構造はあまりよくわかっていない．したがって，本研究では日高山脈を中心とした北海道におけるQs構造を三次元スペクトルインバージョン法により詳細に検討した。

2. 方法及びデータ

検討範囲は、東経138˚～148˚、北緯39˚～46˚とし、ブロックサイズは経緯度に対して各0.1˚、深さ方向に10kmとした。手法は三次元スペクトルインバージョン法 (中村・植竹, 2002)を用い，震源特性、サイト特性及び各ブロックのQs値を未知パラメータとした。

解析データとして防災科学技術研究所のK-net及び地表KiK-netで記録された地震記録を用いた．解析期間はそれぞれの観測点の観測開始時期から2018年11月として，Mj4以上の地震を対象とした。なお，深さが30km以浅の地震については震央距離100km以内、深さ30km以深の地震については震央距離500km以内の観測点を使用した。また，地盤非線形の影響を除去のため100Gal以上の地震記録を除いた。スペクトル振幅はNS成分のS波主要動部分から計算し，１～10 Hz について1Hzごとに求めた。

3. 結果

図１に10Hzにおいて推定されたQs構造を示す．なお，解像度解析を行い，信頼性の低い領域はマスクした．このQs構造からは，火山下30-40 kmにおける高減衰（Low-Qs）域や太平洋スラブに対応する低減衰（High-Qs）域の存在など，おおよそ東北地方(e.g., 中村・植竹, 2004, Liu et al., 2014)と類似した特徴が得られた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

加えて，日高山脈西側では深さ0-20 kmにおいて顕著な高減衰域が推定された．この高減衰域は深さ40 km程度まで連続して分布しているように見える．この特徴はQp構造(Kita et al., 2014)とも整合的である．さらに，日高山脈付近に高減衰域と並行した低減衰域がイメージされた．これらの結果は，東北日本弧と千島弧の衝突に伴い，日高山脈付近では数10 km程度の空間スケールで強い不均質構造が発達していることを示している．

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震は，この日高山脈西側に発達する高減衰域の西端に位置する（図1の深さ30-40 kmの結果）．胆振東部地震の震源域周辺では，高減衰域と低減衰域の境界がほぼ南北に分布しており，この走行は日高周辺の地質構造の走行とほぼ同じである．胆振東部地震の余震も南北方向に分布することから，本研究では得られたQs構造は，衝突帯に沿って発達した不均質構造が胆振東部地震発生域周辺の地震活動に密接に関係していることを示すものである．

謝辞：防災科学技術研究所K-NET、KiK-netデータを使用しました。記して感謝いたします。

キーワード：北海道、衝突帯、S波減衰構造、2018年胆振東部地震
Keywords: Hokkaido, Collision zone, S wave attenuation structure, the 2018 Eastern Iburi Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

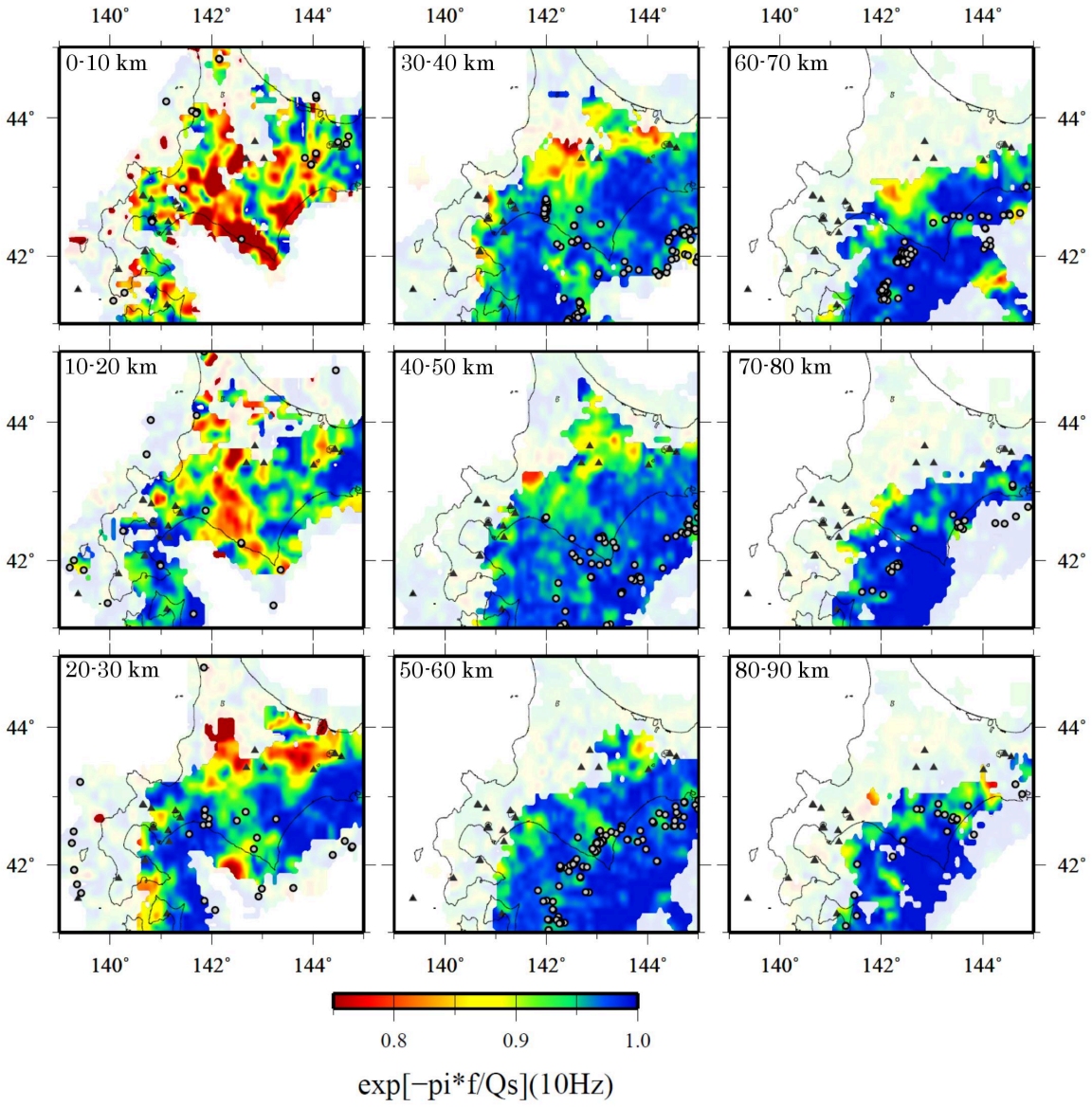


Fig.1 Qs structure in and around the Hokkaido, Japan, obtained at 10 Hz. Less resolved area are masked in the figure. White circles denote the locations of earthquakes used in this study. Black triangles is active volcanoes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日高衝突帯南端部の地下構造 -波形計算を用いた再検討-

Reexamination for the subsurface structure beneath the southern part of the Hidaka Collision Zone, Hokkaido, Japan by using a numerical test of wave propagation

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2]
*Masahiro Shimazaki[1], Noriko Tsumura[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 千葉大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

北海道中南部に位置する日高衝突帯では、太平洋プレートの斜め沈み込みで引きずられた千島前弧が東北日本弧に衝突し、千島弧の上部および下部地殻上部が日高主衝上断層(HMT)での断層運動により地表に露出している。
この地域の地下の構造を調べる目的で、1990年代、日高衝突帯南端部では衝突帯を横切るように3つの測線を配置し反射法地震探査が行われた。Tsumura et al. (1999)は得られた時間断面図から、千島弧側の下部地殻が深さ約23kmを境に、北東傾斜の衝上する層と南西傾斜の沈み込む層に分かれているデラミネーション構造が発達していると解釈した。後に3つの測線を統合して解析したIto et al. (2000)や、CRS/MDRSによって再解析したIto et al. (2013)でも同様の深度断面図が得られデラミネーション構造を支持している。
一方、Kita et al. (2012)は走時インバージョン法により同領域の3次元地震波速度構造を求め深さ約23km以浅についてはIto et al .(2000)と同様の解釈をしたが、23km以深では東北日本弧側の地殻物質がプレート境界まで到達する構造を推定した
デラミネーションが発達しているとすると、北東傾斜の衝上する層に対応する長さの南西傾斜の沈み込む層が地下に存在していると期待される。しかしIto et al. (2013)の深度断面図では深さ23kmから38kmまで2つの平行な反射面は確認できるものの、より深部の反射面は見いだせなかった。またKita et al. (2012)の解釈では深部の南西傾斜を示す反射面に対応する物性的な違いがないため，現在得られた反射断面を十分に説明できない可能性がある。そこで本研究では2つの解釈をもとに作成した地下構造モデルに対して反射探査と同じ仕様で発振を行ったとき、どのような反射波記録が得られるか、解析ソフトMadagascarを用いて計算した。
波形計算のために、Ito et al. (2000)の解釈をもとに、38km以深にも千島弧側の下部地殻が連続して沈み込んでいると仮定した地下構造モデル(以下Delamiモデル)と、Kita et al. (2012) の解釈をもとに、千島弧側の下部地殻が沈み込まずマントル物質が上昇してきている地下構造モデル(以下Non-Delamiモデル)の2つのモデルを作成した。2つのモデル内は上部地殻・下部地殻・マントル・海洋プレートに分け、それぞれの層の物質の平均的な密度を設定した。どちらのモデルもKita et al. (2012)で得られた地震波速度構造をもとに各層の速度を与えた。
波形計算の結果、Delamiモデルではデラミネーションした下側の層の沈み込みはじめの部分付近からの反射波のみが設置されている測線内に届き、それ以深からの反射波は測線より南西側の領域に到達することがわかった。Non-Delamiモデルに対して計算された波形では、実際の反射断面で見られたような深さ約23km～38kmの南西傾斜の反射面からの反射波が到達する時刻に波群は見られなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：衝突帯、日高、地下構造、反射法探査
Keywords: Collision zone, Hidaka, Subsurface structure, Reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査
High resolution seismic surveys in the Kuril trench off Hokkaido

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1]
*Yasuyuki Nakamura[1], Shuichi Kodaira[1], Mikiya Yamashita[1], Seiichi Miura[1], Gou Fujie[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology

千島海溝では過去に十勝沖地震に代表される巨大地震が発生し、津波を含む災害を引き起こしてきた。近年、千島海溝域での巨大地震発生確率が高まっているとの評価がなされるなどこの海域での調査・研究の重要性が高まっているが、他の海域に比べてこれまでの調査は十分と言えない。我々は2016年と2018年に襟裳岬付近から釧路沖にかけての千島海溝軸周辺において、深海潜水調査支援母船「よこすか」と可搬式MCSシステムを用いた反射法探査を実施した。測線間隔は約6km、測線長は約35kmの24測線で、長さ1.2kmのストリーマーケーブル、容量380立法インチのクラスターガンによってデータを取得した。得られた反射断面の特徴は以下のとおりである。沈み込む太平洋プレートは折れ曲がり断層による変形を受けており、断層の落差は大きいもので往復走時にして約300 –400 msのものが見られる。調査範囲の太平洋プレート上には襟裳海山、拓洋第一海山等の海山が存在し、海山周辺では堆積層が薄くなる。海山から遠い測線では堆積層の厚さは500msを超える測線も見られる。海溝軸に関しては、特に釧路海底谷から西側で海溝充填堆積物が厚く堆積しており、厚いところでは800msにもなっている。陸側斜面下の堆積層内は不明瞭な測線が多いが、いくつかの測線では陸側傾斜の反射面が見られる。また、襟裳海山近傍の測線では陸側斜面最下部で斜面崩壊を示唆する断面が得られている。

キーワード：千島海溝、反射法探査、海山、堆積物
Keywords: Kuril trench, seismic imaging, seamount, sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造
Subsurface Structure at the North of the Yokosuka Fault by Seismic Reflection Survey

*伊藤 忍[1]
*Shinobu Ito[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

1945年1月13日に発生した三河地震（M6.8）は，深溝断層および横須賀断層を震源とするとされている．相対的に南側に位置する深溝断層は逆L字型を示し，北側に位置する横須賀断層はL字型を示している．このうち特に横須賀断層の南北走向区間は震源断層ではなく，二次的な地変である可能性が指摘されている（Ando, 1974）．杉戸・岡田（2004）は地表の変位の記録を丹念に精査した．彼らは，横須賀断層の南北走向区間が二次的な地変の可能性に言及しつつも，地震を発生させた震源断層が地表に到達したものである可能性が高いとしている．Kikuchi et. al. (2003) は地震波形インバージョンにより震源モデルを推定しているが，杉戸・岡田（2004）は地表地震断層とは不調和であると述べている．このように，横須賀断層の南北走向区間の解釈は未だ判然としているとは言い難い．我々は横須賀断層の北部とされる愛知県西尾市志籠谷町周辺で，横須賀断層が深部に延長しているか否かを明らかにするために，P波反射法地震探査を実施した．

調査は，横須賀断層北部を対象とする測線（GS-NSO2）の他，高浜断層南東延長部を対象とする測線（GS-NSO1）をあわせて，2018年9月27日から10月2日まで実施した．測線長は1810mである．発震はIVI社製EnviroVibeを1台使用した．スイープ周波数は10～120Hz，スイープ長は16秒である．発震点間隔は5mを基本とし，一部区間は2.5mで稠密発震を行った．総発震点数は421点で，各点で3～5回発震した．受振器はGeospace社製のOMNI-2400（固有周波数15Hz）の3連を使用した．収録にはGeospace社製の独立型レコーダーGSXを使用した．受振点間隔は5m，総受振点数は342点である．処理は通常のCMP重合法を用いた．

得られた断面には，断層の存在を示唆する特徴は得られなかった．過去のトレンチ調査によれば，三河地震に約2万年先行して地震が発生しているとされている．三河地震とその先行する地震による変位の和はせいぜい2m程度のようである．仮に2mしか変位がないとすれば，今回の調査での変位の検出は不可能である．しかしながら，もし深部に進むほど変位が累積していれば，その検出は可能であると考えられる．少なくとも，今回の調査で変位が累積しているという兆候を見出すことはできなかった．

キーワード：横須賀断層、断層、反射法地震探査
Keywords: Yokosuka Fault, fault, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography

*Yaning Liu[1], Jianping Wu[1], Shuxian Bao[1], Xiaohong Meng[2]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, 2. China University of Geosciences (Beijing)

The Ordos block is located on the west side of the North China Carton, adjacent to the northeastern part of the Tibetan Plateau, with the Yinshan organic belt to the north and the South China block to the south. And the tectonic evolution of Ordos block is controlled by the North China basin extension caused with subduction of the Pacific plate and the extrusion and sheared from the northeastern margin of the Tibet Plateau follow the collision of the Indian-Eurasian plate.

The study area spans from 32˚N to 42˚N and 108˚E to 114˚E , which includes the Ordos block and its adjacent structures . The seismic data we used for inversion were recorded by 1244 stations including: 198 permanent stations and 1043 temporary stations (ChinArray II and III), from November 2013 to August 2017. The study uses local-seismic for inversion. After manual labeled the seismic phase, we select events with more than ten phase records of individual seismic events. The epicentral distance is less than 200km. Finally, we obtained about 22,500 phase records of 1882 local seismic events.

Our preliminary research results are consistent with previous studies and surface structures of a wide range of velocity distributions. However, in the middle-upper crust under the Liupan Mountain, the low-speed anomaly extending downward is shown, which may be caused by the horizontal extrusion caused by the eastward asthenosphere flow driven by the continuous compression of the northeastern margin of the Qinghai-Tibet Plateau during the Cenozoic. While, in the middle crust of the Ordos Basin, there are weak high-speed anomalies that divide the low-speed disturbances in the basin into three parts, showing the fluctuation of the crystalline basement of the basin. In the Taihang Mountains in the west of the study area, low-velocity anomalies extending to the upper layer of the mantle are shown. We initially believe that this anomaly is related to the volcanic thermal motion that once existed on the area.

Keywords: P-wave velocity structure, Ordos block

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造
Seismic imaging of the 2016 Kumamoto earthquake area using P and PmP data

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2]
*Dapeng Zhao[1], Haibo Wang[2], Zhouchuan Huang[2], Mingjie Xu[2], Liangshu Wang[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 南京大学地球科学系
1. Department of Geophysics, Tohoku University, 2. School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University

We determined a high-resolution model of 3-D P-wave velocity (Vp) tomography of the crust in the source zone of the 2016 Kumamoto earthquake (M 7.3) in Kyushu, SW Japan using a large number of arrival times of first P-waves and reflected P-waves from the Moho discontinuity (PmP). The PmP data are collected from original seismograms of the Kumamoto aftershocks and other local crustal events in Kyushu. Detailed resolution tests show that the addition of the PmP data can significantly improve the resolution of the crustal tomography, especially that of the lower crust. Our results show that significant low-velocity (low-Vp) anomalies exist in the entire crust beneath the active volcanoes, which may reflect the pathway of arc magma. The 2016 Kumamoto earthquake occurred at the edge of a small low-Vp zone in the upper crust. A significant low-Vp anomaly is revealed in the lower crust beneath the source zone, which may reflect the arc magma and fluids ascending from the mantle wedge. These results suggest that the rupture nucleation of the 2016 Kumamoto earthquake was affected by fluids and arc magma.

キーワード：熊本地震、地殻反射波、地震波トモグラフィー
Keywords: Kumamoto earthquake, crustal reflected wave, seismic tomography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1]
*Toya Mitsuhiro[1], Koji Yamada[1]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants Co., Ltd.

1. Introduction

A high-resolution crustal structure in the volcanic zone is basic information for prediction of volcanic activity in the future. Therefore, in this study, we carry out preliminary research in Kyushu region aiming at the estimation of three-dimensional (3D) velocity structure in the volcanic zone by the 3D seismic tomography. In this region, it is suitable for this study because a large number of earthquake records of the main shock and aftershocks of the Kumamoto earthquake that occurred in April 2016 can be used and there are many volcanoes such as Mt. Aso and Mt. Unzen. Thus, we perform the 3D seismic tomography in Kyushu region for the estimation of 3D velocity structure, and consider problems on application to the volcanic zone.

2. Data and Method

We used arrival time data downloaded from the website of National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED). We selected 59011 earthquakes observed at 141 stations from April 2016 to March 2017. The selected area is 129.3˚E ~ 132.1˚E, 30.9˚N~ 34.0˚N, 0 ~ 50 km in depth. And, for P-wave arrivals, we added 804 earthquakes observed at 4 V-net stations at Mt. Aso and travel time data obtained by explosion seismic observations in the Hinagu fault area, Kyushu (The Research Group for the 2003 Hinagu Fault Seismic Expedition, 2008) and Eastern Kyushu (RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY, 1999). In total, our selection result in 871,690 P-wave arrivals and 840,633 S-wave arrivals.

We estimate 3D seismic velocity structure using the Fast Marching Tomography (FMTOMO) method of Rawlinson et al. (2006). This program uses the fast marching method via finite difference solution of the eikonal equation (Sethian, 1996) for calculation of synthetic travel times. The model area is 129.2˚E ~ 132.2˚E, 30.8˚N~ 34.1˚N, -4 ~ 52 km in depth. The horizontal grid spacing is 0.1˚(about 10 km) and the vertical is 4 km (the number of grids is 34×31×15 for three coordinate axis). An initial velocity structure model is JMA2001 (Ueno et al. 2002) and we set six iterations of the tomographic inversion scheme. Then, we examined the resolution of the tomographic inversion using a checkerboard resolution test (CRT). The size of checker is 2×2×2 in grid number, and the velocity perturbation for the initial velocity structure model is ±0.1 km/s. As a result of the CRT, we confirmed that checkerboard pattern is well resolved up to about 20 km deep in the Kumamoto area.

3. Results

Figure 1 shows plan views of the P-wave velocity and the S-wave velocity structures obtained here at 4 km depth. The pattern of velocity variation is similar to each other and pronounced low velocity area exists in the southern Kumamoto. At 0 ~ 1 km depth, low velocity area exists in the Kumamoto Plain. However, in this study, pronounced velocity variation is not seen beneath Mt. Aso and other volcanic zones. So, for improving the resolution, we are going to add earthquakes in the area with less them and stations (K-net, V-net and so on).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgments
We would like to thank the National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED) for the use of the arrival time and the seismic data. All figures are made using the free software GMT (Wessel & Smith 1998).

キーワード：地震波トモグラフィー、速度構造、九州
Keywords: seismic tomography, velocity structure, Kyushu

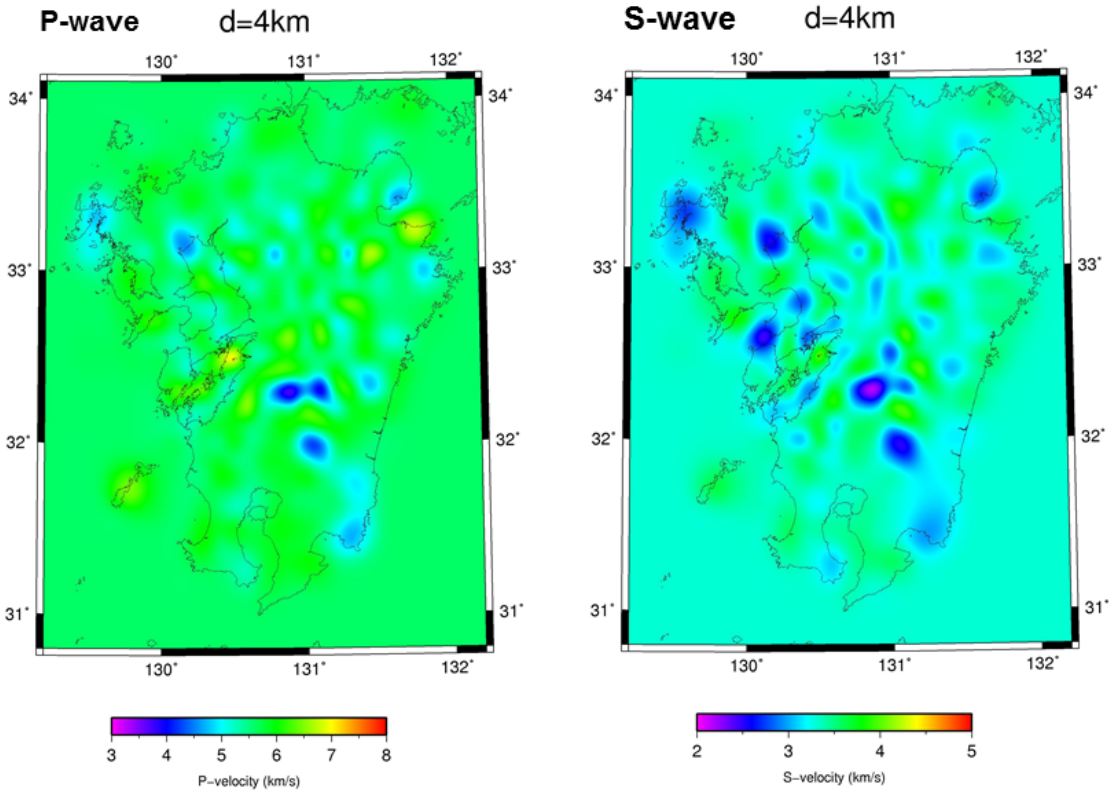


Fig. 1. Plan views of velocity structure for Vp (left), velocity structure for Vs (right)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定
Estimation of the structure of the Philippine Sea slab under south Kyushu using receiver function analysis

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1]
*Masaki Uchida[1], Takahiro Ohkura[1], Takuo Shibutani[1], Yuki Abe[2], Shintaro Komatsu[1], Ken'ichi Yamazaki[1], Yusuke Yamashita[1], Shin Yoshikawa[1], Masato Iguchi[1], Takeshi Tameguri[1], Tadaomi Sonoda[1]

1. 京都大学、2. 温地研
1. Kyoto Univ., 2. Hot Springs Research Institute

沈み込み帯では，沈み込むスラブによって上部マントルに流体が輸送されることで，火成活動が引き起こされると考えられている[Tatsumi, 1986, GRL]．我々は，桜島・霧島の火成活動とその地域の地下構造の関係を明らかにするために，宮崎一阿久根測線と宮崎一桜島測線において，定常観測網を補って2010年から稠密観測点を設置した．本研究では，その稠密観測点と観測点近傍の定常観測点で記録された遠地地震波形を用いて，レシーバ関数解析による測線に沿った地下構造のイメージングを行なう．

レシーバ関数は，遠地地震のP波の水平動を上下動でデコンボルブして得られる時間関数[Langston, 1979, JGR]であり，速度不連続面で変換されたPS変換波の検出に利用できる．速度構造を仮定し，レシーバ関数の時間軸を深さ変換し，S波の波線追跡からイメージングを行う断面に投影しイメージングを行う．本研究では，2009年11月から2017年３月までに発生したマグニチュード5.5以上の遠地地震を用いる．レシーバ関数を断面に投影する際は，Matsubara et al. [2007, Tectonophysics]の三次元速度構造と，Abe et al. [2011, GJI]の変換面の傾斜の方向と角度を考慮してレシーバ関数を深さ変換する手法を用いる．

Abe et al. [2013, JGR]では，九州全域の定常観測点とIASP91の一次元速度構造を用いてレシーバ関数解析を行い，九州ーパラオ海嶺によって分けられているフィリピン海プレート全域のS波速度不連続の地域的変動を明らかにした．九州南部域は約50Maで形成され，西フィリピン海盆として知られており[Hilde and Lee, 1984, Tectonophysics]，Abe et al. [2013]は，九州南部下ではスラブから脱水された流体が背孤側に輸送され，島弧火山活動を引き起こす可能性があると示唆した．また，Abe et al. [2013]のイメージングの結果からマントルウェッジの低速度化も検出されており，Hacker et al. [2003, JGR]やChristensen [2004, Int Geol Rev]で推定された蛇紋岩への相転移や蛇紋岩のS波速度をふまえて，海洋地殻由来の流体による蛇紋岩化したマントル[Bostock et al. 2002, Nature]が存在すると考えられている．

本研究では、稠密観測網で得られたレシーバ関数を，3次元速度構造を用いて深さ変換することで、Abe et al. [2013]より精度の高いイメージング断面を求め、得られた構造と霧島・桜島の火山活動の関係を議論する．

キーワード：レシーバ関数解析、南九州、フィリピン海スラブ
Keywords: Receiver function analyses, Southern Kyushu, Philippine Sea slab

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1]
*Eiji Kurashimo[1], Takashi Iidaka[1], Noriko Tsumura[2], Takaya Iwasaki[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 千葉大学
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. Chiba University

The Nankai trough region, where the Philippine Sea Plate (PHS) subducts beneath SW Japan arc, is a well-known seismogenic zone of interplate earthquakes. The most recent great earthquakes occurred in 1944 (Tonankai Earthquake, M=7.9) and 1946 (Nankai Earthquake, M=8.0). In recent years, various slip motions with a different time scale have been recognized at or near the updip and downdip limits of seismogenic zone [e.g., Obara, 2002; Ito and Obara, 2006]. Revealing structural factors that control the fault slip behavior is important to understand the earthquake rupture dynamics. Seismic reflection characteristics and seismic velocity variations can provide important information on the heterogeneous structure around plate interface. Recent seismic experiments reveal the relation between the crustal structure and the fault slip behavior. However, little is known about the deeper part of the plate boundary, especially the down-dip side of the seismogenic zone. In 2015, seismic array observation was conducted to obtain the subduction structure beneath the eastern part of the Kii Peninsula [Kurashimo et al., 2016]. Ninety 3-component portable seismographs were installed on a 90-km-long line nearly parallel to the direction of the subduction of the PHS. Waveforms were continuously recorded during a six-month period. During the seismic array observation, Japan Meteorological Agency determined 45 events within 10 km of our survey line. Prominent late arrivals, probably reflected waves from the deeper part of the crust can be recognized on the record sections. Earthquake data is useful to obtain a deep image. So, in order to clarify the spatial distribution of the reflectors, we applied the reflection method to the earthquake data. We used horizontal-component seismograms, because high amplitude S-wave reflection can be recognized on the record sections. Conventional common mid-point processing cannot be applied to earthquake data because the reflection point does not lie at the mid-point between source and receiver, so, we applied the Common Reflection Point (CRP) transformation [e.g., Quiros et al., 2016] to the earthquake data set using a tomography-derived 3D S-wave velocity model [Kurashimo et al., 2016]. Reflection points and their relevant travel-time from earthquake to receiver were calculated using a 3D finite difference travel-time algorithm [Hole and Zelt, 1995]. Before applying the CRP transformation, the waveform data were filtered by a band-pass filter (1 -8 Hz). After applying the CRP transformation and the stacking process, we applied a post-stack migration technique. The migrated shear wave reflection image shows that the northward dipping reflective zone interpreted to be the upper boundary of the PHS can be recognized at a depth range of about 25 -30 km. The top of the low-frequency earthquakes (LFEs) occurrence zone well corresponds to the high amplitude S-wave reflective zone. LFEs are also located in and around the low Vp and high Vp/Vs zone [Kurashimo et al., 2016]. These results suggest the occurrence of the LFEs may be associated with fluids.

キーワード：フィリピン海プレート、自然地震反射法、低周波地震
Keywords: Philippine Sea plate, earthquake reflection method, Low-frequency earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise

*Kellen Azua Quezada[1], Sergio Ruiz[1], Francisco Pasten-Araya[2,3], José Salomón[4], Pablo Salazar[2,3], Miguel Saez[1], César Pastén[4], Felipe Leyton[5], Wasja Bloch[6]

1. DGF, UChile, 2. DG, UCN, 3. CIGIDEN, 4. DIC, UChile, 5. CSN, Chile, 6. GFZ

The Mejillones Peninsula (MP) is locate in northern Chile (-23.28º, -70.5º). MP is a geomorphic atypical uplifted block of the coastal platform of 100 km length. This structure has been proposed as a segment boundary for large subduction earthquakes, as the case of Mw 8.0 Antofagasta (1995) and Mw 7.7 Tocopilla (2007) events. Additionally, the Peninsula presents a wide and deep layer of sediments that could enhance site effects. For this reason, in this work we study the shallow structure of MP basin. We deployed a dense temporary seismic network in the MP, which registered in continuous time from July 2013 to September 2015. From the continuous records, we built a local tomography using the spectral ambient seismic noise. We use vertical component of seismograms to obtain the Green function from cross-correlation between station pairs. The frequency domain method allows determine of phase velocity relating the zero-crossing of the real part of cross-correlation spectrum with the zero crossing of the zero-order Bessel function of the first order. The Rayleigh wave phase velocities are inverted by means of a non-linear iterative 2-D tomographic technique; finally we recover phase velocity maps at different frequencies. The tomographic maps present significant features that correlate with surface geology. We found in the West part of the MP lower velocities that East zone. We can associate this with fractured metamorphic rock. Higher velocities in the Eastern part of the peninsula are associated with the presence of intrusive rocks. The difference in velocity of these two anomalies is maintained at differents depth.

Keywords: Tomography, Ambient Seismic Noise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)

*Masyitha Retno Budiati[1], Genti Toyokuni[1], Tomomi Okada[1], Toru Matsuzawa[1]

1. Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University

Central Indonesia has complex tectonic structures where is characterized by several subduction zones at northern and eastern part and also active faults (e.g., Palu Koro, Matano and Hamilton faults). These complexities affect crustal structures around the region. In this study, we estimated spatial variation of crustal thickness and their relation with active tectonics. We used waveform data recorded at 10 BMKG broadband stations around Sulawesi Island. Firstly, the continuous data were divided into 20 minutes segments with time shift in every 5 minutes. Once the pre-processing steps for each segment were done, we calculated the CCFs between two contemporaneous segments from two stations and stacked the daily-averaged CCFs over 5 months. We further compressed the two-sided signal into one-sided signal by taking the average of positive and negative lag part of the CCFs in order to stabilize the dispersion curves of group velocities. To fit the synthetic and the observed group velocities, we adjusted the two layers crustal velocity model from CRUST 1.0 (Laske et al., 2013) corresponding to the observation group velocities. The velocity model that is faster than the observation was subtracted 5% and 10% to find the best crustal thickness with minimum RMS between observations and synthetics at period of 20s –30s. To confirm our procedure above, we currently apply the similar procedure to estimate the well-known Moho discontinuity in Tohoku region, Japan. We collected 5 months continuous waveform data from vertical components of 10 F-net stations around Tohoku region. The results showed that the slower velocity models makes the crustal thickness shallower. The estimated depth of Moho discontinuity beneath Tohoku region is about 20km –30km using subtracted velocity models. This is almost consistent with previous studies (e.g. Zhao et al., 1990). While the estimated depth of Moho discontinuity at eastern part of Central Indonesia is about 27km –35km which is related to the ocean crust, Batui and Sula thrust and at the continent of Sulawesi Island the estimated depth of Moho is about 35km –45km.

Keywords: Central Indonesia, Tohoku Region, Crustal structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

Subsurface structure below the southernmost area of South Japanese Alps estimated by seismic interferometry imaging

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6]
*Toshiki Watanabe[1], Hasegawa Daima[1], Tanio Ito[2], Ken'ichi Kano[3], Susumu Abe[4], Akira Fujiwara[5], Yoshinori Kouchi[6]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 地震予知振興会、3. 静岡大学、4. 石油資源開発（株）、5. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6. （株）ジオシス
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Association for the Development of Earthquake Prediction, 3. Shizuoka Univertity, 4. JAPEX, Co. Ltd., 5. JOGMEC, 6. Geosys, Inc.

東海地域では、フィリピン海プレートの沈み込みに起因して巨大地震の発生のみならず低周波地震やスロースリップイベントといった地震学的なイベントが起こっている。また、東海地域東部はフィリピン海プレートの沈み込みと伊豆弧の衝突との遷移域である。この地域の地下構造を理解するために、既存の構造探査の空白域を埋めるように、2013年に南アルプス南端部地域で地震観測点34点から構成される稠密地震計アレイによる4ヶ月間の自然地震観測が行われた。

本研究では、その観測記録を用いて地震波干渉法イメージングを行った。地震波干渉法は、2つの観測点で記録された地震波の相互相関を計算することで、一方の観測点を仮想的な震源として他方の観測点で観測される反射波を取り出すことができる手法である(Wapenaar, 2003)。単一の観測点では、地震波の自己相関がその観測点を仮想的な震源として観測される反射波記録に等しい(Claerbout, 1968)。本研究では、フィリピン海プレートと地殻内の構造をイメージングするために、太平洋プレートのスラブ内で発生した近地深発地震を用いて、P波とS波それぞれについて、自己相関解析を行い反射断面を作成した。この際に、隣り合う2つの観測点の記録の相互相関波形をそれらの中点の座標に投影し、擬似的に観測点密度を高めた。トモグラフィで得た速度構造を用いてマイグレーションを施して反射深度断面を得た。

S波反射断面では、深さ約25 kmを境に浅部で反射が多く深部で反射が少なく、また、この境界は測線東部行くに従って浅くなるという特徴が見られた。本研究の測線に接続する既存の構造探査の結果や既存のプレート境界モデルと比較し、深さ25 kmの連続性のよい反射面をプレート境界と解釈した。この解釈は、フィリピン海プレートの玄武岩質の海洋性地殻が低VS・高VP/VSであり非地震性であるというHirose et al. (2008) の結果と調和的である。測線の東部ではプレート境界に対応する反射面が得られなかったが、この理由として、この領域ではKodaira et al. (2004)で指摘される珪長質な島弧地殻が沈み込んでおり、陸側地殻と大きな物性値コントラストがない可能性、伊豆弧衝突による複雑な地殻構造の影響の可能性が考えられる。

キーワード：地震計アレイ観測、地震波干渉法、反射深度断面、プレート境界
Keywords: seismic array observation, seismic interferometry, reflection depth profile, plate boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

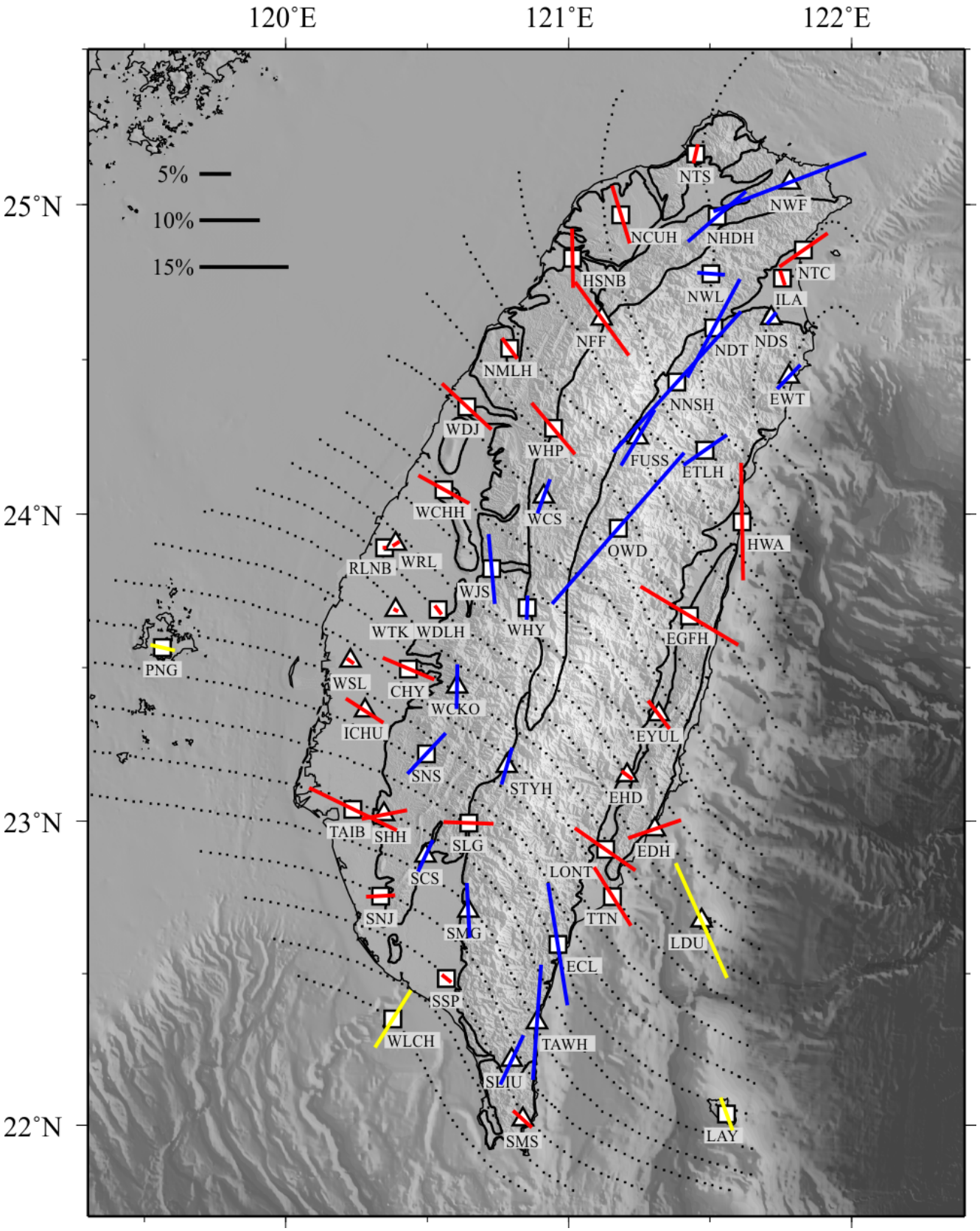
*Hsin-Yu Lee[1], Yuancheng Gung[1], Li-Wei Chen[2], Ling-Yun Chiao[3]

1. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA, 3. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan

We report the near-surface (<500 m) seismic structure, Vs, Vp and Vs anisotropy, of Taiwan using the empirical Green’ s function of body waves extracted by applying coda interferometry to the vertical station pairs at 56 borehole sites. We find clear characteristic cos2θ dependence of Vs in all the determinations of Vs azimuthal anisotropy. Because the borehole sites are located at very diverse geological structures of Taiwan, we are able to notice the following interesting features about the near-surface Vs anisotropy: (1) The patterns of the observed anisotropy fall into two categories, OPA (Orogeny-Parallel Anisotropy) and SAA (Stress-Aligned Anisotropy), and both types of anisotropy fit well the local geological fabrics and/or the ambient stress. (2) About half of the amplitudes of anisotropy are larger than 10 %. The site with the largest amplitude of anisotropy (34%) is located in the slate belt of the Central Ranges, while the sites with weak anisotropy (~1%) are associated with low Vs and/or small strain rate. (3) The amplitudes of OPA are generally stronger than SAA, and the types of anisotropy are closely related to the Poisson’ s ratios at the borehole sites. (4) The strong variations of the OPA amplitudes can be explained by the rock types in the well body with the metamorphic rocks carrying stronger anisotropy than the sedimentary rocks. (5) The strong near-surface anisotropy also implies that delay times contributed by the shallow crust might have been underestimated in studies of shear-wave splitting measurements using the direct arrivals of earthquakes waves.

Keywords: coda interferometry, near-surface seismic anisotropy, Taiwan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1], Hsin-Hua Huang[2], Lun-Tao Tong[3], Wayne Lin[3], Po-Tsun Lee[1], Shou-Fang Chang[1], Jin-Fa Lee[1]

1. Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan, 2. Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan , 3. Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan

The convergence between Eurasian plate and Philippine sea plate produces the tectonically and geodynamically complex regions of Taiwan. The orogeny has been suggested as from ancient oceanic-oceanic plate subduction transforming to the continental-oceanic plate collision as the proceeding of the accreted volcanic arcs. The major suture of the plate boundary in eastern Taiwan, the Longitudinal Valley, contributes most of the seismic activities and absorbed about half of the plate convergence. How the shortening and disappearance of the oceanic plate provoked multidisciplinary researches in discussing the kinematics and the related earthquake structures.

Local seismic tomography is a useful technique for unraveling the subsurface structures. The Taiwan seismic tomographic studies that are advanced by large projects or by integrating multiple data sets have been proposed in recent years. Furthermore, since 2012 the seismic signal digitization of the Central Weather Bureau (CWB) seismic network was upgraded from 12 to 24 bit, and the potential timing issue of telemetry delays has been eliminated with onsite GPS time system. Additionally, the new airborne magnetic survey has been carried out in eastern Taiwan by the Central Geological Survey (CGS) and the Industrial Technology Research Institute (ITRI) recently. High magnetic anomalies were detected not only in the volcanic arc but also in the eastern Central Range along the north-south trending Longitudinal Valley. These observations motivate us to revisit the subsurface structures with updated seismic tomographic models using new CWB data sets from 2012 to 2015.

The iso-velocity contours of the updated model keep similar structures with the previous model at first order but furtherly reveal more details. A continuous high-Vp and high-Vp/Vs bulge which extends to the shallow depths of the eastern Central Range has been interpreted as a high-pressure rock exhumation along the subduction of South China sea plate or an obducted Luzon forearc sliver. On the other hand, the new airborne magnetic survey reveals two individual high magnetic stripes that share the same high magnetic characteristics with the oceanic crust. However, the magnetization vectors behave oppositely in the direction at both flanks of the Longitudinal Valley. Such findings of these integrated geophysical analyses enable us to discuss the anomalous crustal structures and their tectonic implications.

Keywords: Airborne magnetic Survey, Seismic tomography, Forearc obduction, Exhumation, Oceanic crust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

地球の現在を知り、将来を展望するためには、地球史の精密な復元は欠かすことが出来ない。その中心となる学問分野が、地球年代学・同位体地球科学である。本セッションでは、分析方法の開発・改良や年代値較正などの基礎研究と、地球惑星史への応用研究について発表の場を提供する。具体的には、(1) 地球史の時間軸を与える放射年代・生層序・古地磁気層序・安定同位体比、(2) 地球惑星系の変動解析に用いられる放射性同位体および安定同位体、(3) 年代・同位体データをとりこんだモデリング、などの研究を含む。関連分野との統合的研究も歓迎する。

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

[SGL27-P11] Reestablishment of the Mesozoic and Cenozoic Stratigraphic Events of the Fergana Basin, Uzbekistan

*OTABEK ANVAROV[1]、久田 健一郎[1]、丸岡 照幸[1]、黒田 潤一郎[2]、Sherzod Makhmudov[3] (1.筑波大学、2.東京大学大気海洋研究所、3.State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan)

地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
Research report on long-term stability of geological environments and LA-ICP-MS-based age dating

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1]
*Tatsunori Yokoyama[1], Takehiro Mitsucuchi[1], Shigeru Sueoka[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

近年、二次イオン質量分析法（SIMS）やレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法（LA-ICPMS）などの発展により、数十μm以下の分解能で高精度な年代測定が可能になった。例えば、LA-ICPMSによるウラン（U）-鉛（Pb）年代測定法は、ジルコン、アパタイト、モナザイトといったU濃度が高い重鉱物から比較的U濃度の低いカルサイトまで、適用できる鉱物種が拡がりつつある。このような微小領域年代測定法により、岩体を構成している微小鉱物及びその内部に見られる累帯構造の年代測定が可能になり、その結果、鉱物を形成した起源物質の経時的な組成変化が解明され、更に熱履歴を復元できる可能性がある。

日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所では、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する技術開発の一環として、地質環境の長期安定性評価に係る編年技術の整備を進めている。地層処分は、数万年以上の時間スケールで、廃棄物を地下深く埋設し、人間の生活圏から隔離することで安全を確保するものであり、これには地質環境の長期的な将来予測をすることが必要となる。この将来予測のためには、過去から現在の地質環境の長期的変遷を解明する必要があり、時間スケールを与える年代測定技術の整備が必須となる。例えば、ジルコンなどの重鉱物のU-Pb年代測定は、マグマの分化過程といった地下深部の火成活動について、信頼度の高い知見を与えるとともに、これらの鉱物が砕屑物となって堆積層に取り込まれている場合には、後背地解析に有用な知見を与える。さらに、宇宙線によって生成される核種（^{10}Be, ^{26}Alなど）の分析から、表面照射年代を求めることにより、地質表層の堆積・侵食作用を定量的に評価できる。地質環境の長期的な変遷の解明には、このような複合的な年代学的アプローチが重要となる。

筆者らは、LA-ICPMSによる年代測定や元素分析に関する技術整備を進めており、本発表では、特に地質環境の長期安定性評価に係る研究開発として、カルサイトや若いジルコンのU-Pb年代測定及びテフラ同定のための元素分析について、その整備・開発の現状と今後の展望について紹介する。

謝辞：本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成26-29年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価確証技術開発）」及び「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地質環境長期安定性、LA-ICP質量分析法、ウラン-鉛年代測定
Keywords: long-term stability in geological environments, LA-ICP Mass Spectrometry, U-Pb dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1], Shoichi Kiyokawa[1], Yukiyasu Tsutsumi[2]

1. Kyushu University, 2. National Museum of Nature and Science

The Aileu Formation is a part of allochthonous metamorphic complexes distributed a 110km long and 40 km wide in Timor-Leste. It occupies most of the north-west of Timor-Leste and crops out along the north coast from Manatutu to the West Timor border and passing through to the south (Audley Charles, 1968). It is considerable lithological variation and metamorphic grade varies between lower greenschist to upper amphibolite facies (Beery and Grady, 1981). Our research area is affected by greenschist metamorphism and comprises an extensive succession of mostly terrigenous metasedimentary rock. The previous study of the north coast suggests that detrital zircon U-Pb from metasandstone, shows three groups at 270-440Ma, 860-1240, and 1480-1870Ma, and the metamorphic age also identified by 40Ar/39Ar of hornblende cooling ages of 10–6 Ma (Elly et al, (2014)). The Aileu Formation contain east-west foliation and north-south widely distributed. However, it's not a well-known south area of metasedimentary origin and depositional age. This study, we collect 3 samples of meta-sandstone transect north-south about 20 km wide. We analyzed U-Pb detrital zircon by using LA-ICP-MS.

Petrographically the 3 samples composed majorities of fine, fine medium grain of quartz-rich sandstone weakly deform and foliated. The three samples composed less than 2% muscovite, biotite, plagioclase, and another accessory mineral include zircon. Texturally immature characterized by sub-angular to sub-rounded and fresh of mica. These three samples are almost consisting of the same morphological characteristic of zircon grain.

The U-Pb age distribution of detrital zircon result from the concordant dataset reflected similar characteristic for all three samples and shows 270-420 Ma 900-1300Ma and 1400-1900 Ma. Grain younger than 270 Ma and older than 1900 Ma makes up 4% of the population. The most significant age peak, at 283-290 Ma indicated that the distribution of sediment coming from early Permian source rocks. The youngest zircon and main peaks are 239.87 Ma and 283-290 Ma, we consider this for maximum deposition age in the south which is the same as the north area. We suggest that the Sedimentation age of the south area of Aileu Formation after middle Triassic. These age from the previous study (north coast) and this study (north-south) shows the similarity characteristic for all samples. The Aileu Formation might be formed a fold and thrust belt and resemble sequences stacked north to south. Source sediment for Aileu Formation is compatible with a sediment source located in South East Asia as part of the now fragmented Sula Spur (Ely 2014). Sula spur is containing a Paleozoic granite and metamorphic basement which is extending from west of New Guinee and include the Bangai and Sula island.

Keywords: U/Pb Age of detrital zircon, Aileu Formation , Metasandstone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2]
*Mayuko Fukuyama[1], Masatsugu Ogasawara[2]

1. 秋田大学大学院理工学研究科、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Graduate School of Engineering Science, Akita University, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

U-Pb dating of carbonate minerals can be widely applied to understand the timing of vein-type mineralization, fault movements, and other geological events forming calcites, which are difficult to be dated by other methods. Reference materials for U-Pb dating of calcite, such as WC-1 (254.4 ±6.4 Ma, Roberts *et al.*, 2017) and ASH-15D (3.001 ±0.012 Ma, Mason *et al.*, 2013; Vaks *et al.*, 2013), are available from several laboratories. However, it is often difficult to obtain reliable estimated ages of calcite because calcite usually contains high common Pb content.

In this study, we present the petrological, geochemical, and geochronological characteristic of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan. Typically, travertines are formed by a precipitation of carbonate minerals from hot spring. Thus, the U-Pb dating of calcite provides the timing of hydrothermal fluid activity. The Oritate travertine is called as ‘Onyx Marble’ by its texture. It shows layered texture with different colors from gray, white, to brown. It consists of aragonite and calcite. The chondrite normalized REE patterns of travertines show the flat and positive Eu anomalies which are different characteristics from oceanic limestones.

High initial $^{238}U/^{204}Pb$ (μ) content is requirement for precise U-Pb dating of calcite (Rasbury & Cole, 2009), because calcite generally contains significant amount of common Pb. It is also better to contain high U in the order of several tens of ppm for U-Ob dating. U/Pb ratio of the Oritate travertines range from 1.1 to 2.2. The U and Pb concentration of Oritate travertines are very low which is less than 1 ppm. The brownish colored layers in travertines contain relatively high U concentrations. Although the chemical compositions of Oritate travertine imply the difficulty to apply U-Pb method, we examined U-Pb dating of calcite with high common Pb. We analyzed travertines with relatively high U/Pb ratio and U contents parts of the travertines for U-Pb dating. U-Pb dating was attempted with the solution ICP-MS as well as the LA-ICP-MS utilize a New Wave Research 193UC excimer laser ablation system, coupled to a Nu Instruments Nu Plasma II multi-collector ICP-MS or Agilent 7700 quadru-pole ICP-MS at Akita University. We discuss and evaluate the U-Pb dating method for calcite with high common Pb.

キーワード：U-Pb年代、炭酸塩鉱物、トラバーチン、ICP-MS、下立
Keywords: U-Pb dating, carbonate mineral, travertine, ICP-MS, Oritate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス
Zircon U-Pb age and tectonics of shirakamidake granitic complex

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1]
*Hiroki Sato[1], Koji Umeda[1]

1. 弘前大学
1. Hirosaki University

白神岳複合花崗岩質岩体(以下,白神岳複合岩体)は青森県の南西部に位置し,岩相から東部,中央部,西部岩体の3つのグループに区分できる(藤本,2010).東部岩体は弱片状粗粒～中粒普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩, 中央部岩体は塊状粗粒～中流黒雲母花崗岩, 西部岩体は片状粗粒～中流普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩と優白質の同様の花崗閃緑岩からなり,マイロナイトを伴う(藤本・山本,2010).その放射年代は東部岩体で97.8±2.2Ma(角閃石K-Ar年代;藤本, 2010), 110.1±6.0Ma(Rb-Sr全岩アイソクロン年代;藤本・山本;2010),中央部岩体は42.8Ma(黒雲母K-Ar年代；通商産業省,1982)と65.6±1.7Ma(藤本,2000),西部岩体は95Ma(黒雲母K-Ar年代;河野,植田;1966)と89.4±3.4Ma(黒雲母K-Ar;通商産業省,1982),92.2±2.1Ma(角閃石K-Ar年代;藤本,2000)が報告されている. さらに,末岡(2016)により,白神複合岩体のアパタイトの(U-Th)/He年代が4.2±2Maと出されている.また,西部にはマイロナイト帯が分布している.

本研究では白神岳複合岩体での試料採取,岩石記載,蛍光X線分析装置による主成分・微量成分の分析,電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)による分析を行うとともに,新たにジルコンのU-Pb年代測定を行うことで岩体の固結年代を明らかにすることを目標とした.また,これまでに得られた閉鎖温度の異なる放射年代を用いて白神岳複合岩体の冷却史の解明を目指した.

上記から採取した花崗岩3試料に対してLA-ICP-MSによるU-Pbジルコン年代測定を行い,得られた年代値は107.7±1.4Maであった.これは白神複合岩体の固結年代を示すと考えられる.既存の放射年代データと今回得られたU-Pb年代から白神岳複合岩体の冷却曲線を出した.その結果,白神複合岩体は貫入・固結開始後90Ma付近まで急冷したが,それ以降は徐々に冷却されるという傾向を示した.

キーワード：白神岳複合岩体、ジルコン、U-Pb年代
Keywords: The Shirakamidake granitic complex , Zircon, U-Pb age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代
Zircon U-Pb dating of plutonic rocks from Yamizo Area, northeast Japan

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2]
*Terumi Ejima[1,2], Yoshiaki Kon[2], Daisuke Araoka[2], Shigenori Kawano[3], Yutaka Takahashi[2]

1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所、3. 栃木県立博物館
1. Shinshu University, 2. Geological Survey of Japan, 3. Tochigi Prefectural Museum

八溝地域に分布する深成岩類の火成活動年代を明らかにするため、八溝地域およびその周辺に分布する深成岩類の、ジルコンU-Pb年代測定を行った。

八溝深成岩類は、茨城・栃木両県境に位置する八溝山地に産し、中～古生層を貫く多数の小岩体からなり、大規模深成岩体のひとつである阿武隈深成岩類の西側に棚倉構造線を挟んで分布する。これまで、八溝山地に分布する小岩体のうち大笹山岩体（67.5Ma）、袋田岩体（101 Ma）、岩船岩体（64.5 Ma）、亀久岩体（64.9 Ma）、大山田岩体（71.8Ma 、108Ma）のK-Ar年代が報告されている（柴田ほか、1973）。しかし、閉鎖温度が高くマグマ貫入年代を反映するU-Pbジルコン年代の報告は、馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体（109~106 Ma :Ejima et al., 2017）のみである。

八溝地域の北側には、長坂岩体、旗宿岩体、山際岩体、簑沢岩体、大笹山岩体、木佐見岩体、亀久岩体、花立峠岩体が分布し、69~63 Maの年代を示した。一方、八溝地域の南側には、大山田岩体、袋田岩体、頃藤岩体が分布し、104~102 Maの年代を示した。

本研究結果により、先行研究によるK-Ar年代と本研究で得られたU-Pb年代は誤差範囲内で一致する傾向にあることが分かった。このことは、八溝地域で採取した深成岩類の定置後の冷却速度が速かったことを示唆する。また、八溝地域の南側に産する深成岩類は、八溝地域の馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体および八溝地域の東側に産する阿武隈岩体に分布する深成岩類（121–97 Ma: Kon and Takagi, 2012; Ishihara and Orihashi, 2015; Kon et al., 2015; Takahashi et al., 2016）と同時期の活動であった。一方、北側に位置する深成岩類は八溝地域の南側に産する筑波山地域の深成岩類（80 Ma, 63–58 Ma: Koike and Tsutsumi, 2018）と同時期の活動であった。

キーワード：八溝地域、ジルコンU-Pb年代、深成岩類
Keywords: Yamizo area, U-Pb age of zircon, plutons

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3]
*Nakajima Toru[1], Harutaka Sakai[1], Hideki Iwano[2], Tohru Danhara[2], Takafumi Hirata[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. (株)京都フィッション・トラック、3. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 3. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

Zircon Fission-Track (FT) dating and thermochronological inverse calculation were used to indentify the denudation history of the Higher Himalayan Crystalline (HHC) in west-central Nepal. We newly obtained 17 zircon and 4 apatite FT ages from Higher Himalayan Crystallines (HHC), the overlying Tibetan Tethys Sediments (TTS) and the underlying Lesser Himalayan Sediments (LHS) along 80km long transect across the Himalaya.
The ZFT age from the underlyng sediments displayed northward younging linear distribution of the oldest age in the frontal part of the Lesser Hilamaya (13.4 ±1.0 Ma) to the youngest age in the root zone near the Main Central Thrust (1.5 ±0.2 Ma). On the other hand, the ZFT ages from the HHC and the overlying sediments ranged from 10.9 ±0.8 Ma to 1.7 ±0.4 Ma, and showed southward younging distribution. The ZFT age distribution along NNE-SSW transect displayed a concave upward pattern with the youngest FT age located near the Main Central Thrust (MCT). This distribution pattern is well corresponded to present uplift rate, indicating that the FT age distribution pattern reflects the tectonically driven exhumation.
Thermochronological invert calculation showed two rapid cooling (<100 ℃/Myr) phases of the HHC and the LHS in the late Miocene and the Pleistocene. With respect to this result, rapid exhumation is not only suggested in the Pleistocene, but also in the late Miocene. The former implies rapid exhumation of the HHC accompanied by reactivation of the MCT in the late Miocene, the latter implies rapid denudation accompanied by overthrusting of the hanging wall of the Main Himalayan Thrust (MHT).
Thermo-kinematic calculation results also suggest that the distribution of FT ages is well explained by exhumation process accompanied by the activity of the MHT. Furthermore, the kinematic model considering reactivation of the MCT in the late Miocene yields a better fit between predicted and observed ages than the model without reactivation, indicating agreement with reactivation of the MCT in late Miocene.

キーワード：ヒマラヤ、熱年代学、フィッション・トラック年代、削剥史、高ヒマラヤ変成岩類
Keywords: Himalaya, thermochronology, fission-track age, denudation history, Higher Himalayan Crystallilne

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北日本弧前弧域における熱年代学的研究
Thermochronology on the fore-arc side of Northeast Japan Arc

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1]
*Yuya Kajita[1], Shigeru Sueoka[2], Shoma Fukuda[1], Noriko Hasebe[3], Akihiro Tomoaki[4], Tomoaki Morishita[4], Barry P. Kohn[5], Tatsunori Yokoyama[2], Takahiro Tagami[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 日本原子力研究開発機構、3. 金沢大学環日本海域環境研究センター、4. 金沢大学理工学域自然システム学類、5. メルボルン大学地球科学科
1. Graduate School of Science, Kyoto University , 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4. Department of Sciences, Kanazawa University, 5. School of Earth Sciences, University of Melbourne

弧ー海溝系とは、活動的縁辺にあたるプレートの沈み込み帯において上盤プレートの縁辺にできる弧状の地形的高まりと海溝のことである。弧ー海溝系は島弧と陸弧に分類され、背弧海盆や縁海盆の有無により区別される。火山活動や地震等の地殻活動が盛んに生じている島弧は、造山帯・大陸の起源やプレート運動の変遷を解明する鍵として研究がされてきた（鳥海ほか編, 2018）

東北日本弧は海溝側から順に前弧、火山フロント、背弧、背弧海盆といった島弧に特徴的な構成単元が明瞭に見られるため、島弧のテクトニクスを考察するのに適した地域である。それゆえ、構造発達史について様々な研究がなされてきている（e.g. 天野・佐藤, 1989; 佐藤, 1992; Nakajima, 2013）。一方で、島弧のテクトニクスを議論する上で重要となる山地の定量的な隆起・削剥史に関する研究例は数が限られている。

山地の上下変動を定量的に推定する手法の一つとして、熱年代学が知られる。熱年代学とは、放射年代測定による年代値と、年代測定手法と鉱物の組み合わせに固有な閉鎖温度を利用することで、岩石の辿ってきた熱履歴を復元する学問領域である。さらに、様々な仮定を置くことで山地の隆起・削剥史の検討が可能である。世界の大規模な造山帯での研究では成功を収めてきた（Hermam et al., 2013）が、東北日本弧における熱年代学的手法の適用は近年本格化したばかりであり、報告例は少数に留まる（e.g. Sueoka et al., 2017, Fukuda et al., in press）。さらに、これらの先行研究は前弧、奥羽脊梁山地、背弧をそれぞれ１つのユニットとして捉えており、各ユニット内での詳細な熱史・削剥史に関する議論は十分でない。

そこで本研究は、東北日本弧前弧域に焦点を当て、基盤岩である花崗岩類が比較的広く分布する北上山地・阿武隈山地を対象として、それぞれの山地における詳細な熱史・削剥史の推定を目的に熱年代学的検討を行った。本研究では熱年代学的手法としてアパタイトフィッション・トラック（AFT）法、アパタイト(U-Th)/He（AHe）法、ジルコン（Zr）U-Pb法を適用した。AFT年代は北上山地で66.8～39.1 Ma、阿武隈山地で61.0～40.5 Maが得られた。AHe年代は北上山地で51.2～36.1 Ma、阿武隈山地で75.9～60.1 Maが得られた。Zr U-Pb年代は阿武隈山地で110.3～104.3 Maが得られた。また、本研究結果と先行研究のデータから、各山地の年代の傾向および削剥史を議論した。

北上山地において、AFT年代では、東に行くにつれて若くなる傾向が観測されたが、AHe年代では、最も古い西縁部を除けば、他の地点はほぼ同程度の年代が得られ，AFT年代のような傾向は見られなかった。一方、阿武隈山地では、AFT・AHe年代ともに畑川断層帯を境に年代値が東西で異なり、西側が若く、東側が古い年代のグループが見出された。各山地の削剥史を簡単に検討するため、全地点で一律な地温勾配を仮定すると、北上山地では東西で削剥史が異なり、隆起形態が時間変化している可能性を示唆した。また、阿武隈山地では、畑川断層帯の活動時期を制約する可能性のある情報が得られた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

今後の課題としては、①追加分析による各手法における測定精度や確度の向上、②未分析地点での測定や新しい熱年代計（e.g. 宇宙線生成核種法）による分析の実施、③より詳細な熱史の推定のため、AFT法における熱史逆解析の実施、④北上山地・阿武隈山地における地温勾配の考察、隆起モデルやテクトニクスモデルの検討、などが挙げられる。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度地質環境長期安定性評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、本研究は平成26-30 年度文部科学省新学術研究領域「異なる時空間スケールにおける日本列島の変形場の解明」（代表：鷺谷　威、課題 番号26109003）によって助成された。

キーワード：熱年代学、東北日本弧、阿武隈、北上
Keywords: Thermochronology, Northeast Japan Arc, Abukuma, Kitakami

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2]
Horst Zwingmann[1], *Hironobu Hyodo[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学、2. 岡山理科大学自然科学研究所
1. KUEPS, Kyoto University, 2. Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science

Since the development of the conventional K-Ar and subsequent 40Ar-39Ar dating methods fundamental noble gas diffusion processes in rocks were investigated including complex multi-scale and multi-path aspects in polyphase materials. Traditional models interpret the loss of radiogenic Argon due to an increase of temperatures. Hyodo (2017) proposed a new approach investigating the relaxation time and temperature relation within an “unclosure temperature” model. This model regards duration of a heating event as time for relaxation in a diffusion system at specific temperature. The model applies a functional form of mathematical approximation on fractional loss by diffusion. It allows fractional loss of certain amount of radiogenic 40Ar as long as the step heating model spectra in 40Ar-39Ar dating (plateau) maintains its original age within its age error. This new model approach is compared to a classical heating diffusion model (Huon et al., 1993) focusing on clay minerals (<10 and <2 μm) and larger muscovite grains (200 and 100 μm). The classical diffusion heating models applies three main parameters comprising a. grainsize (μm), b. temperature range (˚C) and c. time scale (Ma). The obtained results provide a unique insight to compare an active heating versus passive cooling time and temperature path of clay minerals and muscovite with applications for general earth sciences and economic geology such as hydrocarbon exploration.

Huon, S. et al., 1993. Mise en évidence au Maroc d'événements thermiques d'âge triascico-liasique liés à l'ouverture de l'Atlantique. Bulletin de la societe géologique de France, 164/2, 165–176.

Hyodo, H., 2017. Unclosure temperature of a mineral: Cylinder and plane geometry. Bull. Res. Inst. Nat. Sci. Okayama Univ. Sci., No.43, 13-18.

キーワード：K-Ar dating、diffusion、reheating
Keywords: K-Ar dating, diffusion, reheating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1], Edith Horstmann[1], Gaudenz Deplazes[2], Rolf Kipfer[1]

1. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2. National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra)

Dating based on the ^{4}He/U-Th method is used to estimate the residence time of pore waters in very low-permeable rocks and consolidated sediments. The residence time is inferred from the time necessary to accumulate radiogenic ^{4}He measured in the pore water being produced by the decay of U and Th in the sediment matrix [1].
In the Jurassic Opalinus Clay, the pore water still contains remnants of the original marine formation water that was entrapped during sediment deposition. The pore water composition was altered only by diffusive processes [2,3]. The fact that even ~100-Ma-old water signatures can be preserved in their original pore space suggests that such preservation might also be possible in much younger dense glacial deposits. The ^{4}He concentrations measured in the pore waters of glacial tills were translated into mean residence times of 15-25 kyrs [4] that agree rather well with the expected depositional ages of 25-31 kyrs [5]. These observations, as well as evidence from lacustrine sediments [6,7], suggest that, if the solute transport in the pore space is sufficiently attenuated, even unconsolidated sediments can "store" and host "old" pore waters.
In the present work we investigate if the ^{4}He/U-Th dating of pore waters can be used as a novel tool to complement the luminescence dating of unconsolidated Quaternary sediments. We applied the ^{4}He/U-Th method to date pore waters in the time range of 10 to 100 thousands of years which covers the age range of the sedimentary depositions targeted by the Quaternary drillings (QBOs) managed by the National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra) in Switzerland. In particular, we focus on fine-grained lacustrine sediment layers that might provide low-permeability conditions suitable for the preservation of radiogenic ^{4}He concentrations in the pore space.
We report the preliminary results of the ^{4}He/U-Th dating based on the measurements conducted in sediment samples from the first QBOs, highlighting potential and challenges of the method with respect to the studied glaciofluvial sediments of the Swiss Midland.

References

[1] Torgersen, T., Clarke, W.B. (1985). Helium accumulation in groundwater, I: an evaluation of sources and the continental flux of crustal ^{4}He in the Great Artesian Basin, Australia. *Geochim. Cosmochim. Acta 49*, 1211–1218.
[2] Gimmi T., Waber H. N., Gautschi A., Rübel A. (2007). Stable water isotopes in pore water of Jurassic argillaceous rocks as tracers for solute transport over large spatial and temporal scales. *Water Resour. Res. 43*(4).
[3] Mazurek, M., Alt-Epping, P., Bath, A., Gimmi, T., Niklaus Waber, H., Buschaert, S., et al. (2011). Natural tracer profiles across argillaceous formations. *Appl. Geochem. 26*(7), 1035–1064.
[4] Hendry, M. J., Kotzer, T. G., Solomon, D. K. (2005). Sources of radiogenic helium in a clay till aquitard and its use to evaluate the timing of geologic events. *Geochim. Cosmochim. Acta 69*(2), 475–483.
[5] Wassenaar L.I., Hendry M.J. (2000). Mechanisms Controlling the Distribution and Transport of ^{14}C in a Clay-Rich Till Aquitard. *Groundwater 38*(3), 343–349.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[6] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Meydan, A. F., Kipfer, R. (2014). Noble gases in the sediments of Lake Van - Solute transport and palaeoenvironmental reconstruction. *Quat. Sci. Rev. 104*, 117–126.
[7] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Kipfer, R. (2015). Attenuation of noble-gas transport in laminated sediments of the Stockholm Archipelago. *Limnol. Oceanogr. 60*(2), 497–511.

Keywords: pore water, noble gases, unconsolidated sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3]
*Shinya Yamamoto[1], Yosuke Miyairi[2], Yusuke Yokoyama[2], Hisami Suga[3], Nanako O. Ogawa[3], Naohiko Ohkouchi[3]

1. 山梨県富士山科学研究所、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Lake sediment in volcanic regions contains valuable information on past eruptive history, as well as environmental consequences that took place in the catchment along with volcanisms. In this study, we performed compound-specific radiocarbon analysis (CSRA) of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi situated northern proximal to Mount Fuji, central Japan, including short-chain (C_{16}) and long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids. The results are compared with the ^{14}C content of TOC, plant macrofossils (plant leaf and wood) and lake surface water in order to access their potential for dating tool in the lake sediment. The ^{14}C concentration of the long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids ranged from −43 to −183‰, corresponding to ^{14}C ages between 288 to 1554 years BP. This indicates that these acids contain substantial pre-aged materials in addition to those emitted from contemporary plant leaf waxes. In contrast, the short-chain (C_{16}) fatty acids showed a good agreement with the ^{14}C concentration of lake surface water, suggesting that they are most likely derived from primary producers (diatom) in the present lake and have a potential to improve chronologies in the sedimentary sequence in which the occurrence of fossil leaves is rather limited.

キーワード：化合物レベル放射性炭素年代法、湖底堆積物、脂肪酸
Keywords: compound-specific radiocarbon analysis, lake sediment, fatty acid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reestablishment of the Mesozoic and Cenozoic Stratigraphic Events of the Fergana Basin, Uzbekistan

*OTABEK ANVAROV[1]、久田 健一郎[1]、丸岡 照幸[1]、黒田 潤一郎[2]、Sherzod Makhmudov[3]
*OTABEK ULUGBEK OGLI ANVAROV[1], Ken-ichiro Hisada[1], Teruyuki Maruoka[1], Junichiro Kuroda[2], Sherzod Makhmudov[3]

1. 筑波大学、2. 東京大学大気海洋研究所、3. State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan
1. UNIVERSITY OF TSUKUBA, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo , 3. State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan

Despite the fact that the Fergana Basin is being the important geologic and tectonic region in Central Asia, for more than a century of research represented that different views have been formed on its geological structure and history of development. Although, it is the least studied intermountain depressions within the Tien-Shan, and lies at the northeastern part of Uzbekistan, covering the 22.000 km ^{2} area. The first attempts on the basins geological investigations dates back to 1916’s research by A.D. Arkhangelskiy which he started the descriptions of the preliminary stratigraphy of the Cretaceous deposits of the basin and adjacent areas. So far, the scientific debates got interrupted after the explorations of the important industrial resources as oil, gas, gold, uranium and so on, from the 50’s during the Soviet Period, where all geological investigations concentrated only on broad explorations of resources. Yet, after the collapse of the Soviet Union, the studies still remained as minor and all works were referenced back to the old data, where the most studies were lack of the reliability. The purpose of this study is to reconstruct the stratigraphy of the Fergana Basin.

Generally, three stratigraphic units are involved in the stratigraphy of the basin. The lower one is represented by the Paleozoic formations. The second unit includes Mesozoic to Paleogene sediments. The third is composed of a thick unit of the Cenozoic molasses and the Quaternary sediments covering them. Five geological sections around Chust City, northern part of the Fergana Basin at the foothills of Northwestern Tien-Shan and Chatkal-Kurama Mountain Ranges in the Republic of Uzbekistan were selected and preliminary observations were carried out. The study area were represented by very well exposed deposits starting from the Permian andesites, trachytes and tuffs, the Triassic trachytes, the Cretaceous red beds of conglomerates, paleosols and sandstone shell beds of oyster and bivalve fossils, and the Paleogene grey limestones, sandstones and conglomerates with oyster fossils. At the sections from the Cretaceous to Paleogene, the transitions from terrestrial to marine environment were observed with alluvial, lagoon and costal-marine deposits. But, at the Cretaceous deposits the Upper Cretaceous sections were not observed, where documented as observable by the study of Abduazimova et al. (2012).

The preliminary results showed that the analyzed samples from the Cretaceous, just boundary to the Paleogene beds were the Aptian age of the Lower Cretaceous, therefore this study does not agree with Abduazimova et al. (2012), which documented the existence of the Upper Cretaceous deposits. The Paleogene samples showed the Eocene time. Therefore, the preliminary results of this study can suggest that the existence of disconformity between the Cretaceous and Paleogene sections, which suggests the Paleogene regression following the Late Cretaceous transgression.

キーワード：Fergana Basin、Stable Isotope Stratigraphy、Shell bed、Cretaceous、Paleogene
Keywords: Fergana Basin, Stable Isotope Stratigraphy, Shell bed, Cretaceous, Paleogene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

地球の現在を知り、将来を展望するためには、地球史の精密な復元は欠かすことが出来ない。その中心となる学問分野が、地球年代学・同位体地球科学である。本セッションでは、分析方法の開発・改良や年代値較正などの基礎研究と、地球惑星史への応用研究について発表の場を提供する。具体的には、(1) 地球史の時間軸を与える放射年代・生層序・古地磁気層序・安定同位体比、(2) 地球惑星系の変動解析に用いられる放射性同位体および安定同位体、(3) 年代・同位体データをとりこんだモデリング、などの研究を含む。関連分野との統合的研究も歓迎する。

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
Research report on long-term stability of geological environments and LA-ICP-MS-based age dating

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1]
*Tatsunori Yokoyama[1], Takehiro Mitsucuchi[1], Shigeru Sueoka[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

近年、二次イオン質量分析法（SIMS）やレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法（LA-ICPMS）などの発展により、数十μm以下の分解能で高精度な年代測定が可能になった。例えば、LA-ICPMSによるウラン（U）-鉛（Pb）年代測定法は、ジルコン、アパタイト、モナザイトといったU濃度が高い重鉱物から比較的U濃度の低いカルサイトまで、適用できる鉱物種が拡がりつつある。このような微小領域年代測定法により、岩体を構成している微小鉱物及びその内部に見られる累帯構造の年代測定が可能になり、その結果、鉱物を形成した起源物質の経時的な組成変化が解明され、更に熱履歴を復元できる可能性がある。

日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所では、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する技術開発の一環として、地質環境の長期安定性評価に係る編年技術の整備を進めている。地層処分は、数万年以上の時間スケールで、廃棄物を地下深く埋設し、人間の生活圏から隔離することで安全を確保するものであり、これには地質環境の長期的な将来予測をすることが必要となる。この将来予測のためには、過去から現在の地質環境の長期的変遷を解明する必要があり、時間スケールを与える年代測定技術の整備が必須となる。例えば、ジルコンなどの重鉱物のU-Pb年代測定は、マグマの分化過程といった地下深部の火成活動について、信頼度の高い知見を与えるとともに、これらの鉱物が砕屑物となって堆積層に取り込まれている場合には、後背地解析に有用な知見を与える。さらに、宇宙線によって生成される核種（^{10}Be, ^{26}Alなど）の分析から、表面照射年代を求めることにより、地質表層の堆積・侵食作用を定量的に評価できる。地質環境の長期的な変遷の解明には、このような複合的な年代学的アプローチが重要となる。

筆者らは、LA-ICPMSによる年代測定や元素分析に関する技術整備を進めており、本発表では、特に地質環境の長期安定性評価に係る研究開発として、カルサイトや若いジルコンのU-Pb年代測定及びテフラ同定のための元素分析について、その整備・開発の現状と今後の展望について紹介する。

謝辞：本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成26-29年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価確証技術開発）」及び「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地質環境長期安定性、LA-ICP質量分析法、ウラン-鉛年代測定
Keywords: long-term stability in geological environments, LA-ICP Mass Spectrometry, U-Pb dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1], Shoichi Kiyokawa[1], Yukiyasu Tsutsumi[2]

1. Kyushu University, 2. National Museum of Nature and Science

The Aileu Formation is a part of allochthonous metamorphic complexes distributed a 110km long and 40 km wide in Timor-Leste. It occupies most of the north-west of Timor-Leste and crops out along the north coast from Manatutu to the West Timor border and passing through to the south (Audley Charles, 1968). It is considerable lithological variation and metamorphic grade varies between lower greenschist to upper amphibolite facies (Beery and Grady, 1981). Our research area is affected by greenschist metamorphism and comprises an extensive succession of mostly terrigenous metasedimentary rock. The previous study of the north coast suggests that detrital zircon U-Pb from metasandstone, shows three groups at 270-440Ma, 860-1240, and 1480-1870Ma, and the metamorphic age also identified by 40Ar/39Ar of hornblende cooling ages of 10–6 Ma (Elly et al, (2014)). The Aileu Formation contain east-west foliation and north-south widely distributed. However, it's not a well-known south area of metasedimentary origin and depositional age. This study, we collect 3 samples of meta-sandstone transect north-south about 20 km wide. We analyzed U-Pb detrital zircon by using LA-ICP-MS.

Petrographically the 3 samples composed majorities of fine, fine medium grain of quartz-rich sandstone weakly deform and foliated. The three samples composed less than 2% muscovite, biotite, plagioclase, and another accessory mineral include zircon. Texturally immature characterized by sub-angular to sub-rounded and fresh of mica. These three samples are almost consisting of the same morphological characteristic of zircon grain.

The U-Pb age distribution of detrital zircon result from the concordant dataset reflected similar characteristic for all three samples and shows 270-420 Ma 900-1300Ma and 1400-1900 Ma. Grain younger than 270 Ma and older than 1900 Ma makes up 4% of the population. The most significant age peak, at 283-290 Ma indicated that the distribution of sediment coming from early Permian source rocks. The youngest zircon and main peaks are 239.87 Ma and 283-290 Ma, we consider this for maximum deposition age in the south which is the same as the north area. We suggest that the Sedimentation age of the south area of Aileu Formation after middle Triassic. These age from the previous study (north coast) and this study (north-south) shows the similarity characteristic for all samples. The Aileu Formation might be formed a fold and thrust belt and resemble sequences stacked north to south. Source sediment for Aileu Formation is compatible with a sediment source located in South East Asia as part of the now fragmented Sula Spur (Ely 2014). Sula spur is containing a Paleozoic granite and metamorphic basement which is extending from west of New Guinee and include the Bangai and Sula island.

Keywords: U/Pb Age of detrital zircon, Aileu Formation , Metasandstone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2]
*Mayuko Fukuyama[1], Masatsugu Ogasawara[2]

1. 秋田大学大学院理工学研究科、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Graduate School of Engineering Science, Akita University, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

U-Pb dating of carbonate minerals can be widely applied to understand the timing of vein-type mineralization, fault movements, and other geological events forming calcites, which are difficult to be dated by other methods. Reference materials for U-Pb dating of calcite, such as WC-1 (254.4 ±6.4 Ma, Roberts *et al.*, 2017) and ASH-15D (3.001 ±0.012 Ma, Mason *et al.*, 2013; Vaks *et al.*, 2013), are available from several laboratories. However, it is often difficult to obtain reliable estimated ages of calcite because calcite usually contains high common Pb content.

In this study, we present the petrological, geochemical, and geochronological characteristic of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan. Typically, travertines are formed by a precipitation of carbonate minerals from hot spring. Thus, the U-Pb dating of calcite provides the timing of hydrothermal fluid activity. The Oritate travertine is called as ‘Onyx Marble’ by its texture. It shows layered texture with different colors from gray, white, to brown. It consists of aragonite and calcite. The chondrite normalized REE patterns of travertines show the flat and positive Eu anomalies which are different characteristics from oceanic limestones.

High initial $^{238}U/^{204}Pb$ (μ) content is requirement for precise U-Pb dating of calcite (Rasbury & Cole, 2009), because calcite generally contains significant amount of common Pb. It is also better to contain high U in the order of several tens of ppm for U-Ob dating. U/Pb ratio of the Oritate travertines range from 1.1 to 2.2. The U and Pb concentration of Oritate travertines are very low which is less than 1 ppm. The brownish colored layers in travertines contain relatively high U concentrations. Although the chemical compositions of Oritate travertine imply the difficulty to apply U-Pb method, we examined U-Pb dating of calcite with high common Pb. We analyzed travertines with relatively high U/Pb ratio and U contents parts of the travertines for U-Pb dating. U-Pb dating was attempted with the solution ICP-MS as well as the LA-ICP-MS utilize a New Wave Research 193UC excimer laser ablation system, coupled to a Nu Instruments Nu Plasma II multi-collector ICP-MS or Agilent 7700 quadru-pole ICP-MS at Akita University. We discuss and evaluate the U-Pb dating method for calcite with high common Pb.

キーワード：U-Pb年代、炭酸塩鉱物、トラバーチン、ICP-MS、下立
Keywords: U-Pb dating, carbonate mineral, travertine, ICP-MS, Oritate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス
Zircon U-Pb age and tectonics of shirakamidake granitic complex

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1]
*Hiroki Sato[1], Koji Umeda[1]

1. 弘前大学
1. Hirosaki University

白神岳複合花崗岩質岩体(以下,白神岳複合岩体)は青森県の南西部に位置し,岩相から東部,中央部,西部岩体の3つのグループに区分できる(藤本,2010).東部岩体は弱片状粗粒～中粒普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩, 中央部岩体は塊状粗粒～中流黒雲母花崗岩, 西部岩体は片状粗粒～中流普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩と優白質の同様の花崗閃緑岩からなり,マイロナイトを伴う(藤本・山本,2010).その放射年代は東部岩体で97.8±2.2Ma(角閃石K-Ar年代;藤本, 2010), 110.1±6.0Ma(Rb-Sr全岩アイソクロン年代;藤本・山本;2010),中央部岩体は42.8Ma(黒雲母K-Ar年代；通商産業省,1982)と65.6±1.7Ma(藤本,2000),西部岩体は95Ma(黒雲母K-Ar年代;河野,植田;1966)と89.4±3.4Ma(黒雲母K-Ar;通商産業省,1982),92.2±2.1Ma(角閃石K-Ar年代;藤本,2000)が報告されている. さらに,末岡(2016)により,白神複合岩体のアパタイトの(U-Th)/He年代が4.2±2Maと出されている.また,西部にはマイロナイト帯が分布している.

本研究では白神岳複合岩体での試料採取,岩石記載,蛍光X線分析装置による主成分・微量成分の分析,電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)による分析を行うとともに,新たにジルコンのU-Pb年代測定を行うことで岩体の固結年代を明らかにすることを目標とした.また,これまでに得られた閉鎖温度の異なる放射年代を用いて白神岳複合岩体の冷却史の解明を目指した.

上記から採取した花崗岩3試料に対してLA-ICP-MSによるU-Pbジルコン年代測定を行い,得られた年代値は107.7±1.4Maであった.これは白神複合岩体の固結年代を示すと考えられる.既存の放射年代データと今回得られたU-Pb年代から白神岳複合岩体の冷却曲線を出した.その結果,白神複合岩体は貫入・固結開始後90Ma付近まで急冷したが,それ以降は徐々に冷却されるという傾向を示した.

キーワード：白神岳複合岩体、ジルコン、U-Pb年代
Keywords: The Shirakamidake granitic complex , Zircon, U-Pb age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代
Zircon U-Pb dating of plutonic rocks from Yamizo Area, northeast Japan

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2]
*Terumi Ejima[1,2], Yoshiaki Kon[2], Daisuke Araoka[2], Shigenori Kawano[3], Yutaka Takahashi[2]

1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所、3. 栃木県立博物館
1. Shinshu University, 2. Geological Survey of Japan, 3. Tochigi Prefectural Museum

八溝地域に分布する深成岩類の火成活動年代を明らかにするため、八溝地域およびその周辺に分布する深成岩類の、ジルコンU-Pb年代測定を行った。

八溝深成岩類は、茨城・栃木両県境に位置する八溝山地に産し、中～古生層を貫く多数の小岩体からなり、大規模深成岩体のひとつである阿武隈深成岩類の西側に棚倉構造線を挟んで分布する。これまで、八溝山地に分布する小岩体のうち大笹山岩体（67.5Ma）、袋田岩体（101 Ma）、岩船岩体（64.5 Ma）、亀久岩体（64.9 Ma）、大山田岩体（71.8Ma 、108Ma）のK-Ar年代が報告されている（柴田ほか、1973）。しかし、閉鎖温度が高くマグマ貫入年代を反映するU-Pbジルコン年代の報告は、馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体（109~106 Ma :Ejima et al., 2017）のみである。

八溝地域の北側には、長坂岩体、旗宿岩体、山際岩体、簑沢岩体、大笹山岩体、木佐見岩体、亀久岩体、花立峠岩体が分布し、69~63 Maの年代を示した。一方、八溝地域の南側には、大山田岩体、袋田岩体、頃藤岩体が分布し、104~102 Maの年代を示した。

本研究結果により、先行研究によるK-Ar年代と本研究で得られたU-Pb年代は誤差範囲内で一致する傾向にあることが分かった。このことは、八溝地域で採取した深成岩類の定置後の冷却速度が速かったことを示唆する。また、八溝地域の南側に産する深成岩類は、八溝地域の馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体および八溝地域の東側に産する阿武隈岩体に分布する深成岩類（121–97 Ma: Kon and Takagi, 2012; Ishihara and Orihashi, 2015; Kon et al., 2015; Takahashi et al., 2016）と同時期の活動であった。一方、北側に位置する深成岩類は八溝地域の南側に産する筑波山地域の深成岩類（80 Ma, 63–58 Ma: Koike and Tsutsumi, 2018）と同時期の活動であった。

キーワード：八溝地域、ジルコンU-Pb年代、深成岩類
Keywords: Yamizo area, U-Pb age of zircon, plutons

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3]
*Nakajima Toru[1], Harutaka Sakai[1], Hideki Iwano[2], Tohru Danhara[2], Takafumi Hirata[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. (株)京都フィッション・トラック、3. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 3. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

Zircon Fission-Track (FT) dating and thermochronological inverse calculation were used to indentify the denudation history of the Higher Himalayan Crystalline (HHC) in west-central Nepal. We newly obtained 17 zircon and 4 apatite FT ages from Higher Himalayan Crystallines (HHC), the overlying Tibetan Tethys Sediments (TTS) and the underlying Lesser Himalayan Sediments (LHS) along 80km long transect across the Himalaya.
The ZFT age from the underlyng sediments displayed northward younging linear distribution of the oldest age in the frontal part of the Lesser Hilamaya (13.4 ±1.0 Ma) to the youngest age in the root zone near the Main Central Thrust (1.5 ±0.2 Ma). On the other hand, the ZFT ages from the HHC and the overlying sediments ranged from 10.9 ±0.8 Ma to 1.7 ±0.4 Ma, and showed southward younging distribution. The ZFT age distribution along NNE-SSW transect displayed a concave upward pattern with the youngest FT age located near the Main Central Thrust (MCT). This distribution pattern is well corresponded to present uplift rate, indicating that the FT age distribution pattern reflects the tectonically driven exhumation.
Thermochronological invert calculation showed two rapid cooling (<100 ℃/Myr) phases of the HHC and the LHS in the late Miocene and the Pleistocene. With respect to this result, rapid exhumation is not only suggested in the Pleistocene, but also in the late Miocene. The former implies rapid exhumation of the HHC accompanied by reactivation of the MCT in the late Miocene, the latter implies rapid denudation accompanied by overthrusting of the hanging wall of the Main Himalayan Thrust (MHT).
Thermo-kinematic calculation results also suggest that the distribution of FT ages is well explained by exhumation process accompanied by the activity of the MHT. Furthermore, the kinematic model considering reactivation of the MCT in the late Miocene yields a better fit between predicted and observed ages than the model without reactivation, indicating agreement with reactivation of the MCT in late Miocene.

キーワード：ヒマラヤ、熱年代学、フィッション・トラック年代、削剥史、高ヒマラヤ変成岩類
Keywords: Himalaya, thermochronology, fission-track age, denudation history, Higher Himalayan Crystallilne

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北日本弧前弧域における熱年代学的研究
Thermochronology on the fore-arc side of Northeast Japan Arc

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1]
*Yuya Kajita[1], Shigeru Sueoka[2], Shoma Fukuda[1], Noriko Hasebe[3], Akihiro Tomoaki[4], Tomoaki Morishita[4], Barry P. Kohn[5], Tatsunori Yokoyama[2], Takahiro Tagami[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 日本原子力研究開発機構、3. 金沢大学環日本海域環境研究センター、4. 金沢大学理工学域自然システム学類、5. メルボルン大学地球科学科
1. Graduate School of Science, Kyoto University , 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4. Department of Sciences, Kanazawa University, 5. School of Earth Sciences, University of Melbourne

弧ー海溝系とは、活動的縁辺にあたるプレートの沈み込み帯において上盤プレートの縁辺にできる弧状の地形的高まりと海溝のことである。弧ー海溝系は島弧と陸弧に分類され、背弧海盆や縁海盆の有無により区別される。火山活動や地震等の地殻活動が盛んに生じている島弧は、造山帯・大陸の起源やプレート運動の変遷を解明する鍵として研究がされてきた（鳥海ほか編, 2018）

東北日本弧は海溝側から順に前弧、火山フロント、背弧、背弧海盆といった島弧に特徴的な構成単元が明瞭に見られるため、島弧のテクトニクスを考察するのに適した地域である。それゆえ、構造発達史について様々な研究がなされてきている（e.g. 天野・佐藤, 1989; 佐藤, 1992; Nakajima, 2013）。一方で、島弧のテクトニクスを議論する上で重要となる山地の定量的な隆起・削剥史に関する研究例は数が限られている。

山地の上下変動を定量的に推定する手法の一つとして、熱年代学が知られる。熱年代学とは、放射年代測定による年代値と、年代測定手法と鉱物の組み合わせに固有な閉鎖温度を利用することで、岩石の辿ってきた熱履歴を復元する学問領域である。さらに、様々な仮定を置くことで山地の隆起・削剥史の検討が可能である。世界の大規模な造山帯での研究では成功を収めてきた（Hermam et al., 2013）が、東北日本弧における熱年代学的手法の適用は近年本格化したばかりであり、報告例は少数に留まる（e.g. Sueoka et al., 2017, Fukuda et al., in press）。さらに、これらの先行研究は前弧、奥羽脊梁山地、背弧をそれぞれ１つのユニットとして捉えており、各ユニット内での詳細な熱史・削剥史に関する議論は十分でない。

そこで本研究は、東北日本弧前弧域に焦点を当て、基盤岩である花崗岩類が比較的広く分布する北上山地・阿武隈山地を対象として、それぞれの山地における詳細な熱史・削剥史の推定を目的に熱年代学的検討を行った。本研究では熱年代学的手法としてアパタイトフィッション・トラック（AFT）法、アパタイト(U-Th)/He（AHe）法、ジルコン（Zr）U-Pb法を適用した。AFT年代は北上山地で66.8～39.1 Ma、阿武隈山地で61.0～40.5 Maが得られた。AHe年代は北上山地で51.2～36.1 Ma、阿武隈山地で75.9～60.1 Maが得られた。Zr U-Pb年代は阿武隈山地で110.3～104.3 Maが得られた。また、本研究結果と先行研究のデータから、各山地の年代の傾向および削剥史を議論した。

北上山地において、AFT年代では、東に行くにつれて若くなる傾向が観測されたが、AHe年代では、最も古い西縁部を除けば、他の地点はほぼ同程度の年代が得られ，AFT年代のような傾向は見られなかった。一方、阿武隈山地では、AFT・AHe年代ともに畑川断層帯を境に年代値が東西で異なり、西側が若く、東側が古い年代のグループが見出された。各山地の削剥史を簡単に検討するため、全地点で一律な地温勾配を仮定すると、北上山地では東西で削剥史が異なり、隆起形態が時間変化している可能性を示唆した。また、阿武隈山地では、畑川断層帯の活動時期を制約する可能性のある情報が得られた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

今後の課題としては、①追加分析による各手法における測定精度や確度の向上、②未分析地点での測定や新しい熱年代計（e.g. 宇宙線生成核種法）による分析の実施、③より詳細な熱史の推定のため、AFT法における熱史逆解析の実施、④北上山地・阿武隈山地における地温勾配の考察、隆起モデルやテクトニクスモデルの検討、などが挙げられる。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度地質環境長期安定性評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、本研究は平成26-30 年度文部科学省新学術研究領域「異なる時空間スケールにおける日本列島の変形場の解明」（代表：鷺谷　威、課題 番号26109003）によって助成された。

キーワード：熱年代学、東北日本弧、阿武隈、北上
Keywords: Thermochronology, Northeast Japan Arc, Abukuma, Kitakami

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2]
Horst Zwingmann[1], *Hironobu Hyodo[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学、2. 岡山理科大学自然科学研究所
1. KUEPS, Kyoto University, 2. Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science

Since the development of the conventional K-Ar and subsequent 40Ar-39Ar dating methods fundamental noble gas diffusion processes in rocks were investigated including complex multi-scale and multi-path aspects in polyphase materials. Traditional models interpret the loss of radiogenic Argon due to an increase of temperatures. Hyodo (2017) proposed a new approach investigating the relaxation time and temperature relation within an “unclosure temperature” model. This model regards duration of a heating event as time for relaxation in a diffusion system at specific temperature. The model applies a functional form of mathematical approximation on fractional loss by diffusion. It allows fractional loss of certain amount of radiogenic 40Ar as long as the step heating model spectra in 40Ar-39Ar dating (plateau) maintains its original age within its age error. This new model approach is compared to a classical heating diffusion model (Huon et al., 1993) focusing on clay minerals (<10 and <2 μm) and larger muscovite grains (200 and 100 μm). The classical diffusion heating models applies three main parameters comprising a. grainsize (μm), b. temperature range (˚C) and c. time scale (Ma). The obtained results provide a unique insight to compare an active heating versus passive cooling time and temperature path of clay minerals and muscovite with applications for general earth sciences and economic geology such as hydrocarbon exploration.

Huon, S. et al., 1993. Mise en évidence au Maroc d'événements thermiques d'âge triascico-liasique liés à l'ouverture de l'Atlantique. Bulletin de la societe géologique de France, 164/2, 165–176.

Hyodo, H., 2017. Unclosure temperature of a mineral: Cylinder and plane geometry. Bull. Res. Inst. Nat. Sci. Okayama Univ. Sci., No.43, 13-18.

キーワード：K-Ar dating、diffusion、reheating
Keywords: K-Ar dating, diffusion, reheating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1], Edith Horstmann[1], Gaudenz Deplazes[2], Rolf Kipfer[1]

1. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2. National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra)

Dating based on the ^{4}He/U-Th method is used to estimate the residence time of pore waters in very low-permeable rocks and consolidated sediments. The residence time is inferred from the time necessary to accumulate radiogenic ^{4}He measured in the pore water being produced by the decay of U and Th in the sediment matrix [1].
In the Jurassic Opalinus Clay, the pore water still contains remnants of the original marine formation water that was entrapped during sediment deposition. The pore water composition was altered only by diffusive processes [2,3]. The fact that even ~100-Ma-old water signatures can be preserved in their original pore space suggests that such preservation might also be possible in much younger dense glacial deposits. The ^{4}He concentrations measured in the pore waters of glacial tills were translated into mean residence times of 15-25 kyrs [4] that agree rather well with the expected depositional ages of 25-31 kyrs [5]. These observations, as well as evidence from lacustrine sediments [6,7], suggest that, if the solute transport in the pore space is sufficiently attenuated, even unconsolidated sediments can "store" and host "old" pore waters.
In the present work we investigate if the ^{4}He/U-Th dating of pore waters can be used as a novel tool to complement the luminescence dating of unconsolidated Quaternary sediments. We applied the ^{4}He/U-Th method to date pore waters in the time range of 10 to 100 thousands of years which covers the age range of the sedimentary depositions targeted by the Quaternary drillings (QBOs) managed by the National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra) in Switzerland. In particular, we focus on fine-grained lacustrine sediment layers that might provide low-permeability conditions suitable for the preservation of radiogenic ^{4}He concentrations in the pore space.
We report the preliminary results of the ^{4}He/U-Th dating based on the measurements conducted in sediment samples from the first QBOs, highlighting potential and challenges of the method with respect to the studied glaciofluvial sediments of the Swiss Midland.

References

[1] Torgersen, T., Clarke, W.B. (1985). Helium accumulation in groundwater, I: an evaluation of sources and the continental flux of crustal ^{4}He in the Great Artesian Basin, Australia. *Geochim. Cosmochim. Acta 49*, 1211–1218.
[2] Gimmi T., Waber H. N., Gautschi A., Rübel A. (2007). Stable water isotopes in pore water of Jurassic argillaceous rocks as tracers for solute transport over large spatial and temporal scales. *Water Resour. Res. 43*(4).
[3] Mazurek, M., Alt-Epping, P., Bath, A., Gimmi, T., Niklaus Waber, H., Buschaert, S., et al. (2011). Natural tracer profiles across argillaceous formations. *Appl. Geochem. 26*(7), 1035–1064.
[4] Hendry, M. J., Kotzer, T. G., Solomon, D. K. (2005). Sources of radiogenic helium in a clay till aquitard and its use to evaluate the timing of geologic events. *Geochim. Cosmochim. Acta 69*(2), 475–483.
[5] Wassenaar L.I., Hendry M.J. (2000). Mechanisms Controlling the Distribution and Transport of ^{14}C in a Clay-Rich Till Aquitard. *Groundwater 38*(3), 343–349.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[6] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Meydan, A. F., Kipfer, R. (2014). Noble gases in the sediments of Lake Van - Solute transport and palaeoenvironmental reconstruction. *Quat. Sci. Rev. 104*, 117–126.
[7] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Kipfer, R. (2015). Attenuation of noble-gas transport in laminated sediments of the Stockholm Archipelago. *Limnol. Oceanogr. 60*(2), 497–511.

Keywords: pore water, noble gases, unconsolidated sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3]
*Shinya Yamamoto[1], Yosuke Miyairi[2], Yusuke Yokoyama[2], Hisami Suga[3], Nanako O. Ogawa[3], Naohiko Ohkouchi[3]

1. 山梨県富士山科学研究所、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Lake sediment in volcanic regions contains valuable information on past eruptive history, as well as environmental consequences that took place in the catchment along with volcanisms. In this study, we performed compound-specific radiocarbon analysis (CSRA) of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi situated northern proximal to Mount Fuji, central Japan, including short-chain (C_{16}) and long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids. The results are compared with the ^{14}C content of TOC, plant macrofossils (plant leaf and wood) and lake surface water in order to access their potential for dating tool in the lake sediment. The ^{14}C concentration of the long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids ranged from −43 to −183‰, corresponding to ^{14}C ages between 288 to 1554 years BP. This indicates that these acids contain substantial pre-aged materials in addition to those emitted from contemporary plant leaf waxes. In contrast, the short-chain (C_{16}) fatty acids showed a good agreement with the ^{14}C concentration of lake surface water, suggesting that they are most likely derived from primary producers (diatom) in the present lake and have a potential to improve chronologies in the sedimentary sequence in which the occurrence of fossil leaves is rather limited.

キーワード：化合物レベル放射性炭素年代法、湖底堆積物、脂肪酸
Keywords: compound-specific radiocarbon analysis, lake sediment, fatty acid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

火山・火成活動現象とそれらを支配する微視的な現象を統一的に理解するための試みについて議論する．噴火の準備過程，マグマ上昇過程，噴出物挙動などのダイナミクスと素過程の基礎研究や，現象の階層を横断して理解するための手法開発についても議論したい．研究手法は問わず，観測・実験・数値計算などの幅広い分野からの発表，また火山・火成活動現象の理解において重要な分野横断型研究の発表も歓迎する．

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia

*Chungwan LIM[1], Dohyun Kim[1]

1. Kongju National University

Ulleung Island has been considered as an intraplate volcanic island located in the East Sea/Japan Sea. The alkaline tephra originated from Ulleung Island has played an important role in understanding of the intraplate alkaline volcanism during the Quaternary. Ulleung Island on volcanism that occurs far from plate margins is abstruse with the current paradigm of plate tectonics. The Ulleung Island volcanic complex is unlikely to result from a mantle plume rising at the base of the mantle.

Ulleung Island is consisted of basaltic lava, agglomerate succession, and trachytic/phonolitic pumiceous tephra. The analyses of chemical compositions of glass shards in Ulleung tephras is necessary to identify each unit. During the Quaternary, at least six pumiceous tephras (UT-1~6) covered the island for this research. Based on the relationships of SiO_2, the Al_2O_3, Na_2O, K_2O, and Fe_2O_3 contents of the tephras increase as SiO_2 increases and decrease MgO as SiO_2 increases in Ulleung tephras. The trace elements in tephra show intra-plate type characteristics. Sr-Nd-Pb isotopic data from the literature of volcanic glass shards suggest that the mix in magma source might have involved EM1 and EM2-components of Quaternary tephras from Ulleung Island, South Korea.

This study has two principal objectives: First, multiple Ulleung tephras are expected to detect and identify the Ulleung Island. In order to accurately identify and correlate the tephras, it is necessary to consider stratigraphic position as well as geochemical characteristics. The chemical composition of volcanic glass shards is a useful tool for evaluating mixtures of multiple layers. The heavy mineral composition can also be used to identify tephra units. In order to reveal the distribution of each tephra unit to a high degree of certainty, characteristics such as heavy mineral and chemical compositions of each unit must be determined in greater detail itself. Second, we propose that the anomaly represents lithospheric mantle that had been accompanied by beneath the sinking lithosphere of the Philippine Sea Plate and was erupted through a slab-tear in the subducting slab. We suggest that this subduction-induced upwelling process produces mantle-upwelling that feeds the Ulleung Island volcanoes. Subduction-induced upwelling may also may explain back-arc volcanism at other subduction zones in East Asia.

Keywords: Ulleung Island volcano, intraplate, plume-slab interaction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル
1D particle model for vertiacal non-uniform bubble coalescence

*丸石 崇史[1]
*Maruishi Takafumi[1]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

気泡合体は脱ガスやマグマの破砕などと結びつき、ダイナミクスを支配するため重要である。
これまで気泡合体によるサイズ分布変化は、空間的一様に合体が進行していくと仮定したモデルが使用されてきた(Macini et al.2016など)。しかし脱ガス過程においては火道半径方向、鉛直方向に非一様的な気泡合体が重要であると考えられており、気泡分布の空間的偏りがある場合の合体過程を取り扱うモデルが必要である。

そこで本研究では、気泡を1次元の線上を移動する粒子として表現して、粒子同士が接触すると合体するというシンプルなモデルを構築して、鉛直方向に非一様な合体過程における気泡サイズ分布を調べた。粒子はサイズに応じた速度を持ち(浮力上昇)、高度と時間に応じてサイズが増す(膨張・成長)とした。なお、本モデルは気泡成長と移流を考慮しない場合にはMeakin(1989)によるモデルと等価となる。粒子は一定のレートで系の下端に供給する(発泡)。これは発泡した気泡たちがマグマとともに上昇して、浮力による速度差と膨張・成長によって接近して合体することに対応している。発泡、浮力上昇、膨張・成長の時間スケールを広くコントロールして数値計算を行った。

その結果、発泡と合体がつり合うパラメータ範囲があり、サイズ分布は供給する粒子の半径と個数のゆらぎに依らず、動的なスケーリング則を示すことがわかった。また上昇・膨張・成長で仮定した指数則と鉛直方向のスケーリング指数の関係式を、サイズ分布が自己相似的であるという仮定のもと保存則から導出した。

キーワード：気泡合体
Keywords: bubble coalescence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程
The formation process of a 100m thick basaltic lava flow in the Kitamatsuura basalts, northwestern Kyushu

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1]
*Ryotaro Araki[1], Tetsuya Sakuyama[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

北松浦玄武岩類は北西九州北松浦半島を広く覆い、西南日本で新生代最大級となる玄武岩質溶岩の噴出活動である。本玄武岩類火山活動は、最末期に複数の噴出源からサブアルカリ玄武岩溶岩を噴出し、約6.5Maに終了している。潜竜地域にはその最末期の噴出で形成された潜竜白岳という玄武岩質溶岩から構成される山体が存在する(松井ほか,1989; Sakuyama et al., 2009)。潜竜白岳は比高約100mに達するにもかかわらず、フローユニットの境界が確認されていない(Fukuyama, 1960, 1961; Kurasawa, 1967)。本玄武岩溶岩と下位の玄武岩台地との間に挟まる火山礫凝灰岩層が、下位の玄武岩台地の上面を広く覆って分布し、その上のより狭い範囲に潜竜白岳が定置している(松井ほか, 1989)。火山礫凝灰岩層より風化や侵食に対して強固だと考えられる玄武岩溶岩が選択的に浸食されるということは考えにくく、谷地形を埋めた玄武岩溶岩が浸食されたことで潜竜白岳の分厚い溶岩からなる山体が残ったとは考えにくい。このことから潜竜白岳は1枚の玄武岩質溶岩流であると考えられる。

火山を形成する溶岩流の厚さや流走距離は、一般的には化学組成に応じて系統的に変化する。玄武岩質溶岩の粘性は低いため、安山岩質や流紋岩質の溶岩流より玄武質溶岩流の流走距離は長くなり、平均的な厚さはせいぜい30m程度である(Walker et al., 1973)。一方で、潜竜白岳は前述のように玄武岩質にもかかわらず比高約100m厚さを有する。本研究ではこの潜竜白岳の山体を形成した溶岩流について岩石学的観点から検討を行った。

潜竜白岳から新たに採取した試料の全岩化学組成分析を蛍光X線分析装置を用いて行い、潜竜白岳玄武岩質溶岩は、SiO_2 = 50 ~ 53 wt%、 MgO = 7 ~ 11 wt%、 FeO*/MgO = 0.87 ~ 1.5の未分化に近い玄武岩で形成されていることが確認された。斑晶はかんらん石を主とし、少量の単斜輝石、直方輝石を含み、総斑晶量は3 ~ 15 vol%であった。試料採取高度と全岩化学組成には相関関係があり、比高が高くなるほど全岩SiO2 量が増加し、MgO 量は減少する傾向がみられた。

まず溶岩噴出時に斑晶のみが結晶化していたと仮定し、メルトの粘性をHui & Zhang(2007)のモデル、結晶がマグマの粘性に与える効果をPinkerton & Stevenson(1992)のモデルを用いて、溶岩流の粘性を計算した。メルト組成は、全岩化学組成、斑晶モード組成、鉱物組成を用いて見積もった。マグマ中の水はすべて揮発していたとし、噴出時のマグマ温度は輝石温度計を用いて見積もった1320 Kを使用した。溶岩流のモデルには、Griffiths & Fink(1993)の冷却による固体殻形成によってマグマの流走が停止するモデルを用いた。本研究では、マグマ噴出量、噴出量の時間変化率、マグマの温度の3つを変数として考察し、潜竜白岳溶岩の厚さや流走半径を説明できる条件を検討した。その結果、初期噴出量、噴出率の時間変化率を変化させても、厚さはせいぜい20ｍ程度にしかならず、潜竜白岳の100m厚の溶岩流を再現することはできなかった。次に噴出時の結晶化度を50%として、上記と同様の検討を行ったが、厚さはせいぜい30ｍ程度であった。このことから、100ｍの厚さの玄武岩質溶岩流を形成するには、より低温で噴出した可能性などが考えられる。

キーワード：北松浦玄武岩類、溶岩流の厚さ、マグマ粘性
Keywords: Kita-matsuura Basalts, lava flow thickness, magma viscosity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介
An introduction to the observation method of imaging volcanoes by using cosmic-ray muons

*宮本 成悟[1]
*Seigo Miyamoto[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earth Reasearch Institute, University of Tokyo

この発表の目的は，宇宙線に含まれる高エネルギーミュオンを用い，火山など巨大構造物内部の密度構造を探査する手法を周知することにある。認知度が低い理由はいくつか考えられ，例えばこの手法が地球惑星科学に応用され始めてからまだ歴史が浅いこと，「宇宙線」あるいは「素粒子」の一つである「ミュオン」に関する知識が広く伝わってないことなどが考えられる。この発表ではそのような状況改善のため，宇宙線ミュオンを用いた火山の密度イメージングの基礎的な原理，これまでに行われてきた観測例，並びに現在進行中の観測計画や技術発展の歴史をレビューする。

キーワード：火山、宇宙線、ミューオン、イメージング
Keywords: volcano, cosmic-ray, muon, imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測
Simulation and test observation for omni-directional muography at Omuro-yama

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4]
*Shogo Nagahara[1], Seigo Miyamoto[1], Kunihiro Morishima[2], Toshiyuki Nakano[2], Masato Koyama[3], Yusuke Suzuki[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 名古屋大学、3. 静岡大学、4. 伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局
1. Earthquake Research Institute,the University of Tokyo, 2. Nagoya University, 3. Shizuoka University, 4. Izu Peninsula Geopark Promotion Council

火山の噴火現象の理解において，火口近くの火道の大きさと形状は重要である．火道の大きさは数m～数百m程度であり，実際の火道は単純な円柱ではないと考えられているため，一番大きな数百mの火道を想定した場合，数十ｍ程度の空間分解能があれば火道の形状を３次元的に明らかにすることができる．

これに対し，数m～数十m程度の高い空間分解能で2次元透視画像を得ることに成功している技術が「ミュオグラフィ」である．近年では，これを複数方向から実施することで３次元密度構造を推定した例もあるが，これらは観測点数が少なく，数百ｍ単位の密度コントラストしか捉えられなかった．これを20m程度の空間分解能で3次元密度構造推定を行う新たな手法として，我々は10点以上の観測点を用い，観測対象を全方位から観測する「全方位ミュオグラフィ」の観測計画を進めている．

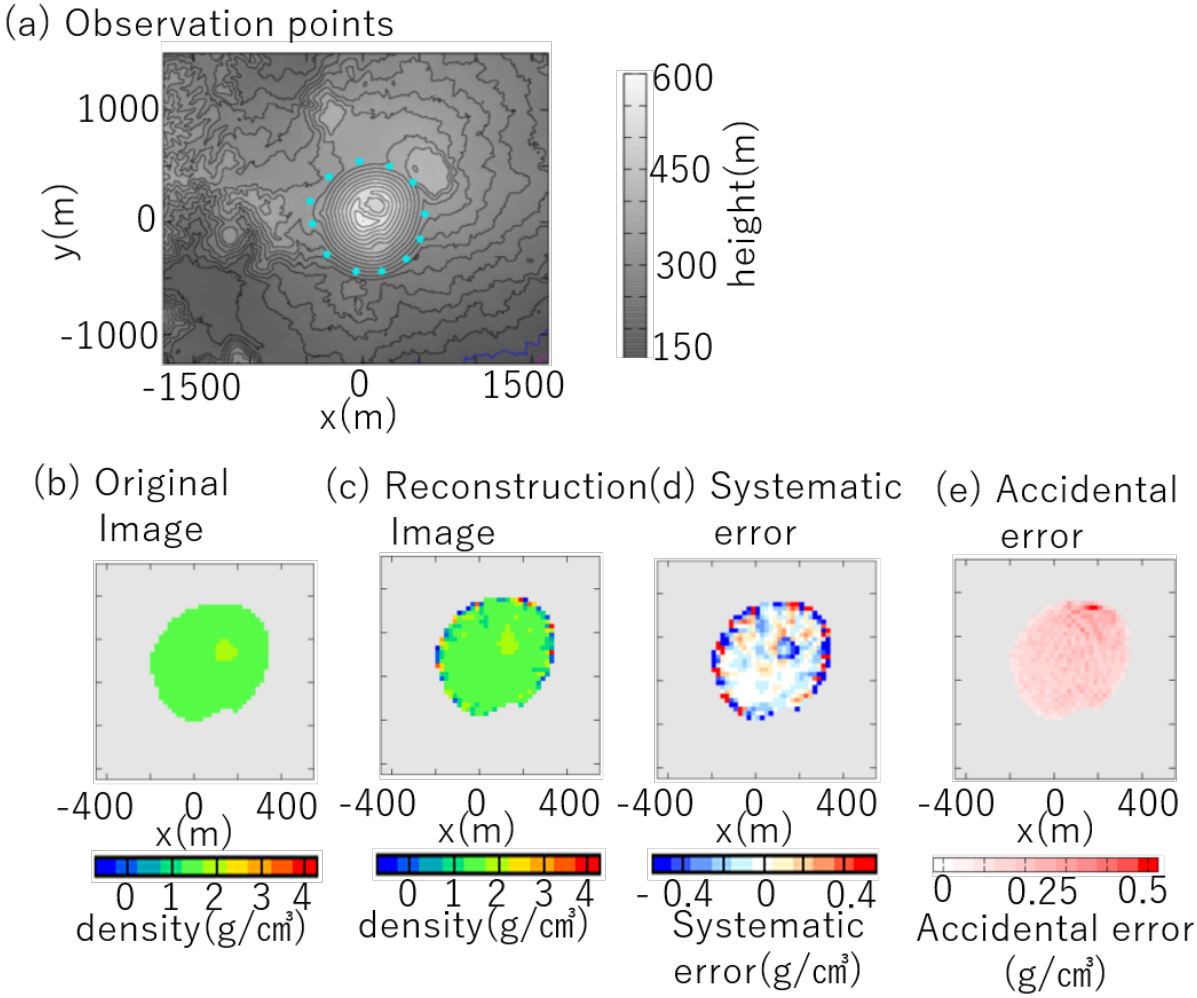
この全方位ミュオグラフィの実証観測のターゲットとしているのが，静岡県伊東市の大室山である．大室山をターゲットとした理由は２つある． １つは，大室山は一度の噴火で形成されたスコリア丘であり，単純な構造が期待され、意味のある結果が得やすいことである． ２つ目は，周囲に宇宙線ミュオンを遮蔽するような地形がなく，アクセスも容易であることである．また，これまでの火山に対するミュオグラフィは溶岩ドームや複成火山のみで，スコリア丘でミュオグラフィを実施すれば世界初の事例となる．

全方位ミュオグラフィ観測に先立ち，シミュレーションによる実現可能性評価とテスト観測を行った．シミュレーションにはFiltered Back projection法を応用した手法を用いた．その結果，各観測点で観測されるミュオン数で最低限のS/N比を確保する必要があることがわかった．テスト観測は大室山の100ｍ単位の大まかな構造を把握する目的で行い，3方向から観測した．その結果，クレーターリム部分に高密度部分があることがわかった．これは古谷野他 (1996) に記述されている，噴火の最終段階でクレーター内に溶岩湖が形成されたことと関連している可能性が考えられる．

本発表では，全方位ミュオグラフィの概要と大室山でのシミュレーション結果，テスト観測から得られてた大室山の密度構造，及びそれらを踏まえた今後の観測計画について報告する．

キーワード：火山、3次元、宇宙線、ミューオン
Keywords: volcano, three-dimensional, cosmic-ray, muon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Simulation results when we set 12 observation points and use the detectors which are 0.04㎡ for 90 days. (a) DEM (Digital Elevation Map) near Omuro-yama and observation points (blue dots) in this simulation. (b)-(e) Density structure and error at 490m height in this simulation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定
Estimation of pressure source occurring volcanic crustal deformation with FEM considering topography

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1]
*Shinya Yamada[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

火山の活動状況を把握し、それを評価するために、マグマ等の挙動を把握することが必要不可欠である。火山噴火等の火山災害発生時にはGNSSや干渉SARで得られた地殻変動の観測結果を用いて、球状圧力源の体積変化もしくは板状岩脈の開口変位を仮定した力源の推定を行っている。従来、一般的には地殻変動を計算する際には半無限均質弾性体を仮定したモデルの元で計算を行っていた。しかし特に火山の浅部に力源が存在する場合、地形の影響が無視できなくなる。また近年、干渉SARの技術の発展に伴い、火口とその周辺の地殻変動を面的に観測できるようになり、詳細な解析ができるようになった。そのため、より正確に力源を推定するためには地形を加味した推定を行う必要がある。

このような背景を基に、弾性体を微小なメッシュに分割し、メッシュごとに変動の計算を行う有限要素法を取り入れた地殻変動計算システムを開発した。これによりモデルの地形・地下構造を加味した解析ができるようになった。本研究では、有限要素法を用いて推定した力源と従来の方法で推定した力源との比較検討を行う。本発表では主に2014年の長野県御嶽山噴火を対象に検証を行った。御嶽山の噴火の際には、ALOS-2衛星によるSAR干渉解析を行い、火口とその周辺で約10cmの衛星に近づく地殻変動が検出された（山田ほか，2014）。この観測結果を基に従来の半無限均質弾性体を仮定したモデルで力源の推定を行い、ほぼ垂直のクラックが45cm開口したとする推定結果が得られた。しかし、この噴火で地殻変動が観測された領域の地形は急峻であり、地形の影響も受けていると考えられることから、本発表で従来の推定結果と地形の影響を考慮して推定した場合とを比較した結果を報告する。

謝辞：本研究で用いただいち2号のデータは、だいち2号に関する国土地理院とJAXAの間の協定及び火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて、（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました。ここで使用しただいち2号の原初データの所有権は、JAXAにあります。

キーワード：有限要素法、御嶽山、GNSS、干渉SAR、だいち2号
Keywords: FEM, Mt.Ontake, GNSS, InSAR, ALOS-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

火山・火成活動現象とそれらを支配する微視的な現象を統一的に理解するための試みについて議論する．噴火の準備過程，マグマ上昇過程，噴出物挙動などのダイナミクスと素過程の基礎研究や，現象の階層を横断して理解するための手法開発についても議論したい．研究手法は問わず，観測・実験・数値計算などの幅広い分野からの発表，また火山・火成活動現象の理解において重要な分野横断型研究の発表も歓迎する．

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia

*Chungwan LIM[1], Dohyun Kim[1]

1. Kongju National University

Ulleung Island has been considered as an intraplate volcanic island located in the East Sea/Japan Sea. The alkaline tephra originated from Ulleung Island has played an important role in understanding of the intraplate alkaline volcanism during the Quaternary. Ulleung Island on volcanism that occurs far from plate margins is abstruse with the current paradigm of plate tectonics. The Ulleung Island volcanic complex is unlikely to result from a mantle plume rising at the base of the mantle.

Ulleung Island is consisted of basaltic lava, agglomerate succession, and trachytic/phonolitic pumiceous tephra. The analyses of chemical compositions of glass shards in Ulleung tephras is necessary to identify each unit. During the Quaternary, at least six pumiceous tephras (UT-1~6) covered the island for this research. Based on the relationships of SiO_2, the Al_2O_3, Na_2O, K_2O, and Fe_2O_3 contents of the tephras increase as SiO_2 increases and decrease MgO as SiO_2 increases in Ulleung tephras. The trace elements in tephra show intra-plate type characteristics. Sr-Nd-Pb isotopic data from the literature of volcanic glass shards suggest that the mix in magma source might have involved EM1 and EM2-components of Quaternary tephras from Ulleung Island, South Korea.

This study has two principal objectives: First, multiple Ulleung tephras are expected to detect and identify the Ulleung Island. In order to accurately identify and correlate the tephras, it is necessary to consider stratigraphic position as well as geochemical characteristics. The chemical composition of volcanic glass shards is a useful tool for evaluating mixtures of multiple layers. The heavy mineral composition can also be used to identify tephra units. In order to reveal the distribution of each tephra unit to a high degree of certainty, characteristics such as heavy mineral and chemical compositions of each unit must be determined in greater detail itself. Second, we propose that the anomaly represents lithospheric mantle that had been accompanied by beneath the sinking lithosphere of the Philippine Sea Plate and was erupted through a slab-tear in the subducting slab. We suggest that this subduction-induced upwelling process produces mantle-upwelling that feeds the Ulleung Island volcanoes. Subduction-induced upwelling may also may explain back-arc volcanism at other subduction zones in East Asia.

Keywords: Ulleung Island volcano, intraplate, plume-slab interaction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル
1D particle model for vertiacal non-uniform bubble coalescence

*丸石 崇史[1]
*Maruishi Takafumi[1]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

気泡合体は脱ガスやマグマの破砕などと結びつき、ダイナミクスを支配するため重要である。
これまで気泡合体によるサイズ分布変化は、空間的一様に合体が進行していくと仮定したモデルが使用されてきた(Macini et al.2016など)。しかし脱ガス過程においては火道半径方向、鉛直方向に非一様的な気泡合体が重要であると考えられており、気泡分布の空間的偏りがある場合の合体過程を取り扱うモデルが必要である。

そこで本研究では、気泡を1次元の線上を移動する粒子として表現して、粒子同士が接触すると合体するというシンプルなモデルを構築して、鉛直方向に非一様な合体過程における気泡サイズ分布を調べた。粒子はサイズに応じた速度を持ち(浮力上昇)、高度と時間に応じてサイズが増す(膨張・成長)とした。なお、本モデルは気泡成長と移流を考慮しない場合にはMeakin(1989)によるモデルと等価となる。粒子は一定のレートで系の下端に供給する(発泡)。これは発泡した気泡たちがマグマとともに上昇して、浮力による速度差と膨張・成長によって接近して合体することに対応している。発泡、浮力上昇、膨張・成長の時間スケールを広くコントロールして数値計算を行った。

その結果、発泡と合体がつり合うパラメータ範囲があり、サイズ分布は供給する粒子の半径と個数のゆらぎに依らず、動的なスケーリング則を示すことがわかった。また上昇・膨張・成長で仮定した指数則と鉛直方向のスケーリング指数の関係式を、サイズ分布が自己相似的であるという仮定のもと保存則から導出した。

キーワード：気泡合体
Keywords: bubble coalescence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程
The formation process of a 100m thick basaltic lava flow in the Kitamatsuura basalts, northwestern Kyushu

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1]
*Ryotaro Araki[1], Tetsuya Sakuyama[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

北松浦玄武岩類は北西九州北松浦半島を広く覆い、西南日本で新生代最大級となる玄武岩質溶岩の噴出活動である。本玄武岩類火山活動は、最末期に複数の噴出源からサブアルカリ玄武岩溶岩を噴出し、約6.5Maに終了している。潜竜地域にはその最末期の噴出で形成された潜竜白岳という玄武岩質溶岩から構成される山体が存在する(松井ほか,1989; Sakuyama et al., 2009)。潜竜白岳は比高約100mに達するにもかかわらず、フローユニットの境界が確認されていない(Fukuyama, 1960, 1961; Kurasawa, 1967)。本玄武岩溶岩と下位の玄武岩台地との間に挟まる火山礫凝灰岩層が、下位の玄武岩台地の上面を広く覆って分布し、その上のより狭い範囲に潜竜白岳が定置している(松井ほか, 1989)。火山礫凝灰岩層より風化や侵食に対して強固だと考えられる玄武岩溶岩が選択的に浸食されるということは考えにくく、谷地形を埋めた玄武岩溶岩が浸食されたことで潜竜白岳の分厚い溶岩からなる山体が残ったとは考えにくい。このことから潜竜白岳は1枚の玄武岩質溶岩流であると考えられる。

火山を形成する溶岩流の厚さや流走距離は、一般的には化学組成に応じて系統的に変化する。玄武岩質溶岩の粘性は低いため、安山岩質や流紋岩質の溶岩流より玄武質溶岩流の流走距離は長くなり、平均的な厚さはせいぜい30m程度である(Walker et al., 1973)。一方で、潜竜白岳は前述のように玄武岩質にもかかわらず比高約100m厚さを有する。本研究ではこの潜竜白岳の山体を形成した溶岩流について岩石学的観点から検討を行った。

潜竜白岳から新たに採取した試料の全岩化学組成分析を蛍光X線分析装置を用いて行い、潜竜白岳玄武岩質溶岩は、SiO_2 = 50 ~ 53 wt%、 MgO = 7 ~ 11 wt%、 FeO*/MgO = 0.87 ~ 1.5の未分化に近い玄武岩で形成されていることが確認された。斑晶はかんらん石を主とし、少量の単斜輝石、直方輝石を含み、総斑晶量は3 ~ 15 vol%であった。試料採取高度と全岩化学組成には相関関係があり、比高が高くなるほど全岩SiO2 量が増加し、MgO 量は減少する傾向がみられた。

まず溶岩噴出時に斑晶のみが結晶化していたと仮定し、メルトの粘性をHui & Zhang(2007)のモデル、結晶がマグマの粘性に与える効果をPinkerton & Stevenson(1992)のモデルを用いて、溶岩流の粘性を計算した。メルト組成は、全岩化学組成、斑晶モード組成、鉱物組成を用いて見積もった。マグマ中の水はすべて揮発していたとし、噴出時のマグマ温度は輝石温度計を用いて見積もった1320 Kを使用した。溶岩流のモデルには、Griffiths & Fink(1993)の冷却による固体殻形成によってマグマの流走が停止するモデルを用いた。本研究では、マグマ噴出量、噴出量の時間変化率、マグマの温度の3つを変数として考察し、潜竜白岳溶岩の厚さや流走半径を説明できる条件を検討した。その結果、初期噴出量、噴出率の時間変化率を変化させても、厚さはせいぜい20ｍ程度にしかならず、潜竜白岳の100m厚の溶岩流を再現することはできなかった。次に噴出時の結晶化度を50%として、上記と同様の検討を行ったが、厚さはせいぜい30ｍ程度であった。このことから、100ｍの厚さの玄武岩質溶岩流を形成するには、より低温で噴出した可能性などが考えられる。

キーワード：北松浦玄武岩類、溶岩流の厚さ、マグマ粘性
Keywords: Kita-matsuura Basalts, lava flow thickness, magma viscosity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介
An introduction to the observation method of imaging volcanoes by using cosmic-ray muons

*宮本 成悟[1]
*Seigo Miyamoto[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earth Reasearch Institute, University of Tokyo

この発表の目的は，宇宙線に含まれる高エネルギーミュオンを用い，火山など巨大構造物内部の密度構造を探査する手法を周知することにある。認知度が低い理由はいくつか考えられ，例えばこの手法が地球惑星科学に応用され始めてからまだ歴史が浅いこと，「宇宙線」あるいは「素粒子」の一つである「ミュオン」に関する知識が広く伝わってないことなどが考えられる。この発表ではそのような状況改善のため，宇宙線ミュオンを用いた火山の密度イメージングの基礎的な原理，これまでに行われてきた観測例，並びに現在進行中の観測計画や技術発展の歴史をレビューする。

キーワード：火山、宇宙線、ミューオン、イメージング
Keywords: volcano, cosmic-ray, muon, imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測
Simulation and test observation for omni-directional muography at Omuro-yama

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4]
*Shogo Nagahara[1], Seigo Miyamoto[1], Kunihiro Morishima[2], Toshiyuki Nakano[2], Masato Koyama[3], Yusuke Suzuki[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 名古屋大学、3. 静岡大学、4. 伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局
1. Earthquake Research Institute,the University of Tokyo, 2. Nagoya University, 3. Shizuoka University, 4. Izu Peninsula Geopark Promotion Council

火山の噴火現象の理解において，火口近くの火道の大きさと形状は重要である．火道の大きさは数m～数百m程度であり，実際の火道は単純な円柱ではないと考えられているため，一番大きな数百mの火道を想定した場合，数十ｍ程度の空間分解能があれば火道の形状を３次元的に明らかにすることができる．

これに対し，数m～数十m程度の高い空間分解能で2次元透視画像を得ることに成功している技術が「ミュオグラフィ」である．近年では，これを複数方向から実施することで３次元密度構造を推定した例もあるが，これらは観測点数が少なく，数百ｍ単位の密度コントラストしか捉えられなかった．これを20m程度の空間分解能で3次元密度構造推定を行う新たな手法として，我々は10点以上の観測点を用い，観測対象を全方位から観測する「全方位ミュオグラフィ」の観測計画を進めている．

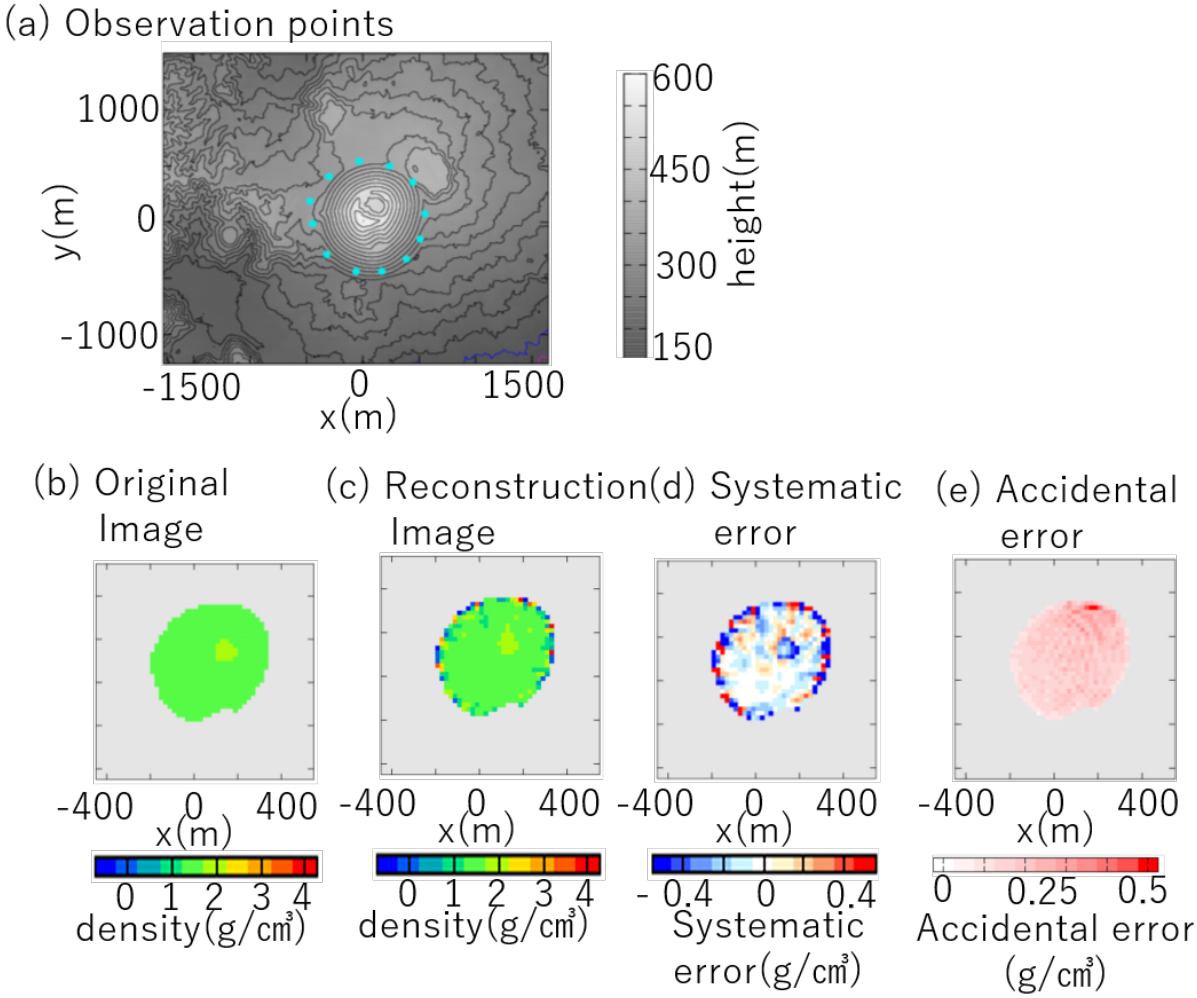
この全方位ミュオグラフィの実証観測のターゲットとしているのが，静岡県伊東市の大室山である．大室山をターゲットとした理由は２つある． １つは，大室山は一度の噴火で形成されたスコリア丘であり，単純な構造が期待され、意味のある結果が得やすいことである． ２つ目は，周囲に宇宙線ミュオンを遮蔽するような地形がなく，アクセスも容易であることである．また，これまでの火山に対するミュオグラフィは溶岩ドームや複成火山のみで，スコリア丘でミュオグラフィを実施すれば世界初の事例となる．

全方位ミュオグラフィ観測に先立ち，シミュレーションによる実現可能性評価とテスト観測を行った．シミュレーションにはFiltered Back projection法を応用した手法を用いた．その結果，各観測点で観測されるミュオン数で最低限のS/N比を確保する必要があることがわかった．テスト観測は大室山の100ｍ単位の大まかな構造を把握する目的で行い，3方向から観測した．その結果，クレーターリム部分に高密度部分があることがわかった．これは古谷野他 (1996) に記述されている，噴火の最終段階でクレーター内に溶岩湖が形成されたことと関連している可能性が考えられる．

本発表では，全方位ミュオグラフィの概要と大室山でのシミュレーション結果，テスト観測から得られてた大室山の密度構造，及びそれらを踏まえた今後の観測計画について報告する．

キーワード：火山、3次元、宇宙線、ミューオン
Keywords: volcano, three-dimensional, cosmic-ray, muon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Simulation results when we set 12 observation points and use the detectors which are 0.04㎡ for 90 days. (a) DEM (Digital Elevation Map) near Omuro-yama and observation points (blue dots) in this simulation. (b)-(e) Density structure and error at 490m height in this simulation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定
Estimation of pressure source occurring volcanic crustal deformation with FEM considering topography

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1]
*Shinya Yamada[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

火山の活動状況を把握し、それを評価するために、マグマ等の挙動を把握することが必要不可欠である。火山噴火等の火山災害発生時にはGNSSや干渉SARで得られた地殻変動の観測結果を用いて、球状圧力源の体積変化もしくは板状岩脈の開口変位を仮定した力源の推定を行っている。従来、一般的には地殻変動を計算する際には半無限均質弾性体を仮定したモデルの元で計算を行っていた。しかし特に火山の浅部に力源が存在する場合、地形の影響が無視できなくなる。また近年、干渉SARの技術の発展に伴い、火口とその周辺の地殻変動を面的に観測できるようになり、詳細な解析ができるようになった。そのため、より正確に力源を推定するためには地形を加味した推定を行う必要がある。

このような背景を基に、弾性体を微小なメッシュに分割し、メッシュごとに変動の計算を行う有限要素法を取り入れた地殻変動計算システムを開発した。これによりモデルの地形・地下構造を加味した解析ができるようになった。本研究では、有限要素法を用いて推定した力源と従来の方法で推定した力源との比較検討を行う。本発表では主に2014年の長野県御嶽山噴火を対象に検証を行った。御嶽山の噴火の際には、ALOS-2衛星によるSAR干渉解析を行い、火口とその周辺で約10cmの衛星に近づく地殻変動が検出された（山田ほか，2014）。この観測結果を基に従来の半無限均質弾性体を仮定したモデルで力源の推定を行い、ほぼ垂直のクラックが45cm開口したとする推定結果が得られた。しかし、この噴火で地殻変動が観測された領域の地形は急峻であり、地形の影響も受けていると考えられることから、本発表で従来の推定結果と地形の影響を考慮して推定した場合とを比較した結果を報告する。

謝辞：本研究で用いただいち2号のデータは、だいち2号に関する国土地理院とJAXAの間の協定及び火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて、（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました。ここで使用しただいち2号の原初データの所有権は、JAXAにあります。

キーワード：有限要素法、御嶽山、GNSS、干渉SAR、だいち2号
Keywords: FEM, Mt.Ontake, GNSS, InSAR, ALOS-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

自然地震・人工地震を観測するための地球計測法やデータ処理システムについて討論する．地震観測網の構築や改良、観測・計測の技術革新，物理探査に関する データ処理システムの革新，防災情報の発信などの話題を募集する．関連する地球物理学的な観測についての講演も広く募集する．

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] Parametric time series – video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案
Proposal of the low cost seismometer network system

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4]
*Takamori Ito[1], Takashi Akazawa[2], Koichi Kusunoki[3], Masato Yazawa[4]

1. 株式会社aLab、2. 一般財団法人地域地盤環境研究所、3. 東京大学地震研究所、4. 株式会社数理設計研究所
1. aLab Inc., 2. Geo-Research Institute, 3. ERI, The University of Tokyo, 4. MAD Lab.

IT強震計(鷹野他 2004)では、当初、自助共助を目的とした「草の根型地震防災情報システム」を実現することを目指していた。その後の経緯から、現在は建物観測に重点が置かれ、汎用の地震計応用ネットワークとしての開発は進んでいない。この原因の一つに、地震計本体だけでなく、従来はネットワークを含めたシステム全体の現実的な運用コストを低く抑えることが困難であったことがあげられる。VPS(virtual private server)とVPN(virtual private network)を用いて、廉価に地震計ネットワークを構築する方法を考え、試験運用をはじめた。

http://itk.seism.jp/

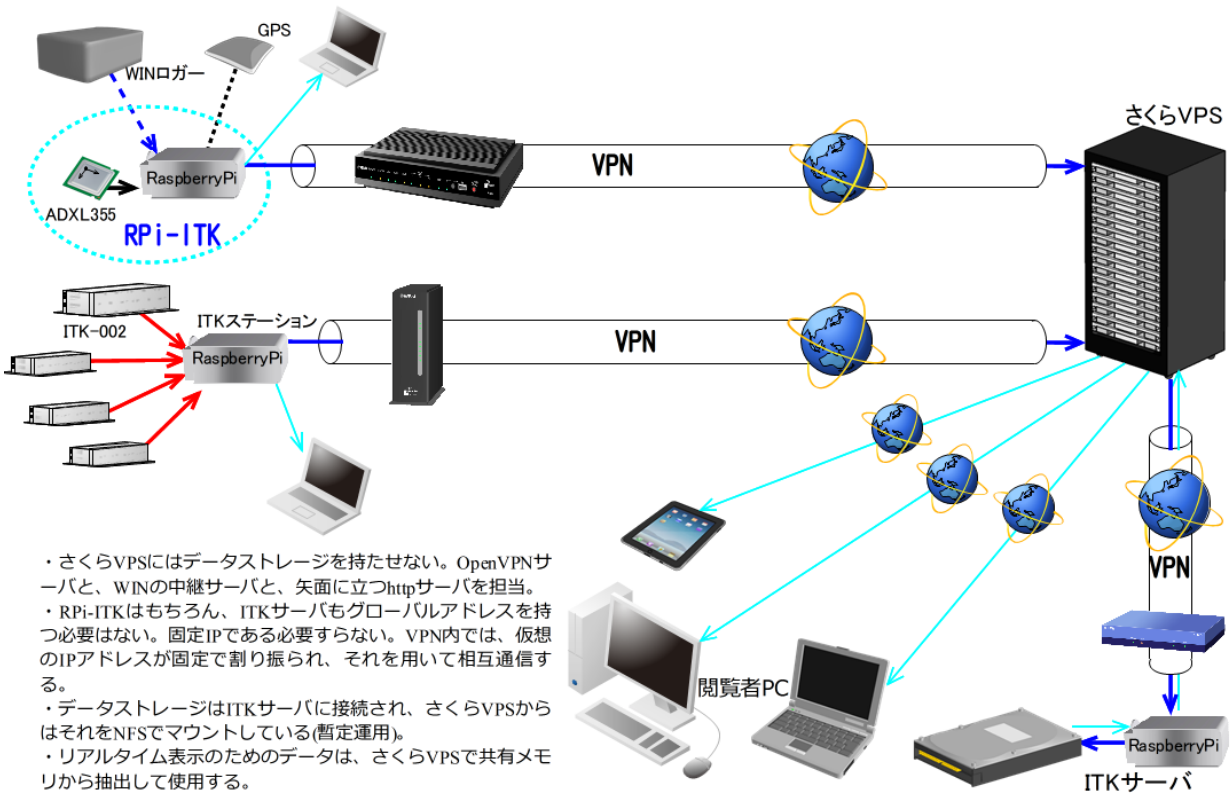
中核となるテレメータシステムとしてはWINシステムをそのまま使用している。安定しており利用制限も無いため、新規にシステムを開発する必然性は無く、利用者も多く運用ノウハウが蓄積していることも利点となる。しかしながら、WINシステムの転送方法はなりすまし等の攻撃に対して脆弱であり、インターネット上でそのまま使用するには問題がある。WINシステムの通常の運用は利用者の限られた閉域網なので問題にならず、インターネット経由の場合にはVPNルータを用いて運用されているが、VPNルータは高価で設定も難しいこともあり、安価にシステムを構築する上では障害になる。無料で使用できるソフトウェアでVPNを実現することで、この部分のコストをカットできる。WINシステムは、テレメータシステムとしての能力に不足はないが、表示には基本的にX-Windowを使用しており、現在では一部の研究者以外には敷居が高い。IT強震計試作機などでは、CGIとJavaアプレットを用いてWeb経由の表示を実現していた。Javaアプレットのサポートが打ちきられつつあるため、ここではJavaScriptを用いた波形表示(伊藤 2018)を用いてWeb経由の表示を実現している。従来のWeb表示はIT強震計試作機互換システム専用であったが、WINシステム汎用で使えるように改良を進めている。

試験運用しているシステムでは、中核となるサーバにさくらインターネットのVPSを使用している。グローバルIPアドレスの付いたバーチャルマシンを最安プランで685円/月で利用できる。VPNにはOpenVPNを使用している。このため、他の構成機器にはRaspberryPiを使用しているが、グローバルアドレス不要で、例えば既存の家庭内LANなどに接続して運用できるのでネットワークに関する追加費用は発生しないと考えて良い。地震計として、RaspberryPiにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサのADXL355を接続して使用することで、廉価(部品代15000円程度)にIT強震計試作機(約60万円)以上の機能を実現している(赤澤・伊藤 2019)。旧来のITKステーション(伊藤・鷹野 2010)にOpenVPNをインストールしたものも、このネットワークに接続されている。RaspberryPi上でもWINシステムを走らせているため、ここに既存のwin出力ロガーを接続してこのネットワーク参加することも可能である。

今後、規模を拡大しつつ試験運用を継続し、運用上の問題点の確認と対処を進める。そして、このネットワークを生かし、IT強震計の当初の目的に沿った自助・共助に役立つアプリケーションの研究・開発を行う。

キーワード：地震観測ネットワーク
Keywords: seismic network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



・さくらVPSにはデータストレージを持たせない。OpenVPNサーバと、WINの中継サーバと、矢面に立つhttpサーバを担当。
・RPi-ITKはもちろん、ITKサーバもグローバルアドレスを持つ必要はない。固定IPである必要すらない。VPN内では、仮想のIPアドレスが固定で割り振られ、それを用いて相互通信する。
・データストレージはITKサーバに接続され、さくらVPSからはそれをNFSでマウントしている(暫定運用)。
・リアルタイム表示のためのデータは、さくらVPSで共有メモリから抽出して使用する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測
Experimental observation toward the realization of low-cost and high-density strong-motion observation network

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2]
*Takashi Akazawa[1], Takamori Ito[2]

1. 一般財団法人地域地盤環境研究所、2. 株式会社aLab
1. Geo-Research Institute, 2. aLab Inc.

阪神・淡路大震災を引き起こした1995年兵庫県南部地震を機に，強震観測の必要性が再認識され，それ以降日本では世界に類を見ない高密度な強震観測網が急速に整備された。例えば，防災科学技術研究所 (現在の国立研究開発法人防災科学技術研究所) は，全国約1,000カ所に約20 km間隔で強震計を設置し，K-NET (Kyoshin Net；全国強震観測網) として運用を開始した。一方，関西地域では，関西地震観測研究協議会が1995年兵庫県南部地震発生の前年から独自の強震観測網を展開しており，K-NETと合わせて高密度な強震観測網が整備されている。しかし，これだけの観測密度を以てしても，地震による地面の揺れを詳細に把握するには限界がある。この課題の解決策の一つとして，強震観測点の数をさらに増強するという方法があるが，そのためには多額の費用を確保する必要があり，それが強震観測点数の増強を妨げる要因の一つとなっている。

著者らは， IT強震計試作機相当の廉価なITKセンサを開発し，そのセンサをVPS (Virtual Private Server) とVPN (Virtual Private Network) を用いた廉価な地震計ネットワークの試験運用 (伊藤・他(2019)) の一環として利用する傍ら，既存の強震計と併設して強震計としての性能を評価するための試験観測を開始した。今回開発したITKセンサは，Raspberry Piにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサADXL355を接続することで，廉価 (部品代15,000円程度) にIT強震計試作機 (約60万円) 以上の機能を実現している。上述した試験運用中のネットワークは，このセンサを既設のLANにDHCPを利用して接続するだけで，観測データを予め用意したVPSに集約することが可能となっている (詳細は伊藤・他(2019)参照) 。一方，このセンサは，Raspberry Pi (今回はRaspberry Pi 3 Model B+) を観測データの収録に使用しており，16GBのUSBメモリを接続すれば，約8カ月分の観測データを収録することができる。時刻を較正する方法には，NTPサーバと同期する方法とGPSを利用する方法があり，後者を利用すれば，オフライン環境下でも，時刻を較正しつつ観測データを収録することが可能である。今後，試験観測を継続し，廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた検討を進めていく予定である。

キーワード：強震観測、強震計
Keywords: Strong-motion observation, Strong-motion seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

Comparison of noise levels of the JMA and F-net broadband seismographs / strong motion velocity-type seismographs in long-period range for the purpose of magnitude estimation of tsunami earthquakes

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1]
*Masayuki Tanaka[1], Akio Katsumata[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

津波地震（スロー地震）は, 同じ規模（地震モーメント）の通常の地震に比較して地震波の短周期成分の励起が低い現象である(Kanamori, 1972)．その結果，気象庁マグニチュードM_jや表面波マグニチュードM_sなどの周期数秒～20秒の地震波の振幅から直接決められるマグニチュードがモーメントマグニチュード(M_w)よりも小さくなる．1992年ニカラグア地震(M_s7.2, M_w7.6)は，M_wが8未満であるのに破壊継続時間が100秒を超えており，津波地震と考えられている(例えば, Satake *et al.*, 1993). このような地震は，発生メカニズム解析や地震の規模推定等において長周期の地震波に注目する必要があり，広帯域地震計による観測データはとても期待されている．国立研究開発法人防災科学技術研究所が運用する広帯域地震観測網（F-net）では，日本各地に広帯域地震計と速度型強震計を併設し，広帯域かつ広ダイナミックレンジの観測を可能としている．広帯域地震計は温度変化の影響を受けやすく，速度型強震計と一緒に奥行きのある横坑の最奥部に設置されている．先行研究では，国内で発生する津波地震に対して，F-netの速度型強震計を規模推定に活用できそうであることが分かった（例えば，田中・勝間田, 日本地震学会2017年度秋季大会, 田中・勝間田, JpGU Meeting 2018, 田中・勝間田, 日本地震学会2018年度秋季大会）．気象庁も全国に併設ではないが広帯域地震計と速度型強震計を設置している．しかしながら，一部を除き，横坑内の設置ではないなど観測環境はF-netほど整っていない．そこで，気象庁とF-netの速度型強震計等の観測された連続波形記録からバックグランドのノイズレベルを調べる．McNamara and Buland (2004)等を参考に，時間窓を1日とし，半日ずつシフトさせながらそれぞれの期間におけるパワースペクトル密度を計算する．その結果から気象庁の広帯域地震計や速度型強震計が津波地震に使えるかを検討する．図1に一例として，気象庁の根室豊里観測点と近隣のF-netの根室観測点における，2019年1月1日00時00分から1時間の上下動成分の速度型強震計記録を使って解析したパワースペクトル密度を示す．ほぼ同じノイズレベルであり，設置環境の違いによる影響は当観測点については認められない．

謝辞
国立研究開発法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網F-netの波形データを使用させて頂きました。

キーワード：広帯域地震計、速度型強震計、パワースペクトル密度、ノイズレベル
Keywords: Broadband Seismograph, Strong Motion Velocity-type Seismograph, Power Spectral Density, Noise Level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

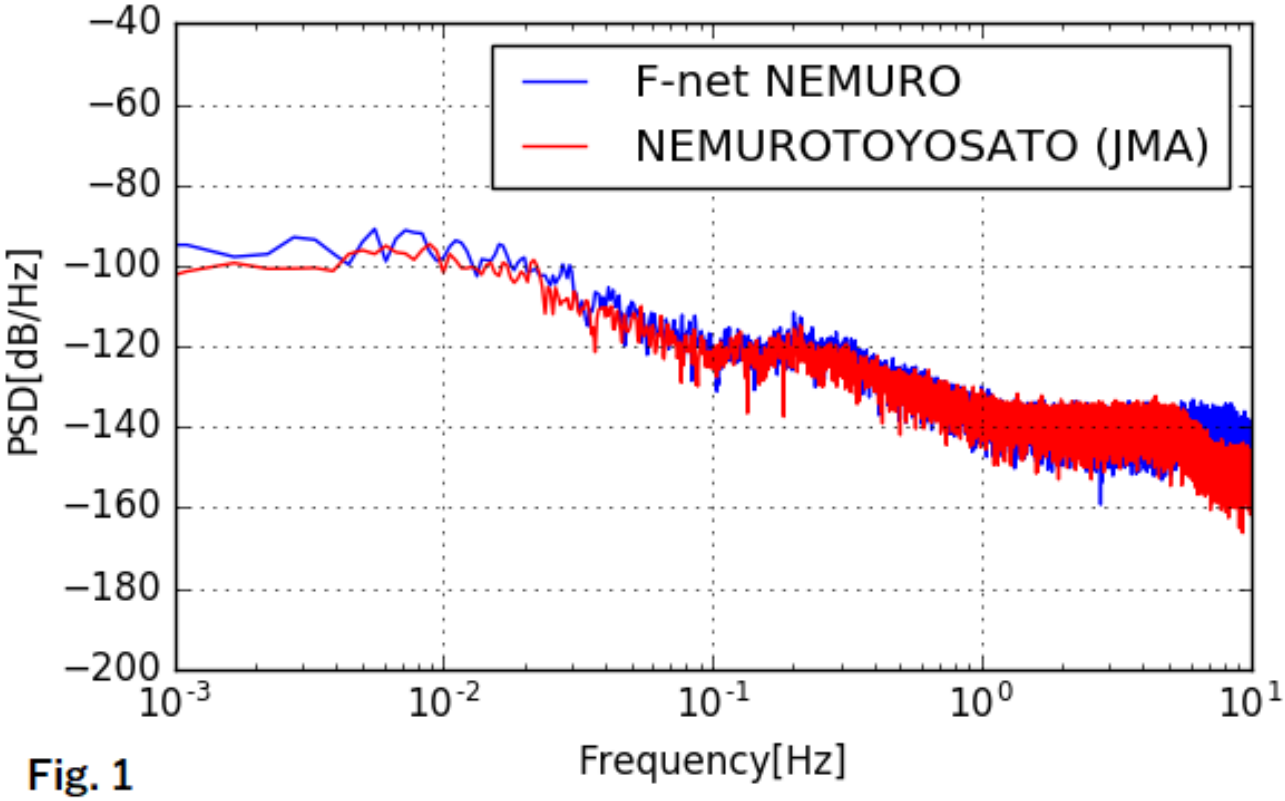


Fig. 1

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

Estimation of seismic wave velocity of seafloor surface and installation orientation at S-net station based on observed waveform of air gun: Toward sound source localization of large baleen whale

*岩瀬 良一[1]
*Ryoichi Iwase[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. National Research and Development Agency, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

北海道釧路・十勝沖、三陸沖、並びに房総沖では、海底ケーブル型観測システム搭載のハイドロフォンや地震計により、大型のヒゲクジラの一種であるナガスクジラの鳴音が検出されている(Iwase, 2015)。近年、東日本東岸の北海道から千葉沖に渡る広大な範囲に150もの観測点からなる海底ケーブル型観測システム「日本海溝海底地震津波観測網」(S-net)が防災科学技術研究所により設置され、観測波形のデータ公開も開始された。地震や津波の観測や早期検知にとってだけでなく、この観測システムの登場は、これまで局地的な数点での観測にとどまっていた鳴音検出を、広大な海域に拡大するものであり、これまで空白域となっていた西太平洋、特に日本近海におけるナガスクジラなどのヒゲクジラ類の回遊行動などの解明に資することが期待される。

一方、これらの行動解明のためには、単なる鳴音検出だけでなく、音源定位による個体の移動を把握することが望ましい。しかしながら、地震と違って鯨類鳴音は、通常、海底ケーブル型観測システムを構成する複数の観測点で検出されるほど音圧レベルが大きいものではなく、単一の観測点での波形記録のみから音源定位を行う必要がある。単一の三成分地震計による音源定位手法としては、パーティクル・モーションを用い、水中音波である鳴音の入射方位に加え、入射角を水平距離の推定に使用する方法がある。地震波形上に記録される鳴音は、水中を伝搬してきた水中音波そのものではなく、水中音波が海底面に入射して海底下に透過した地動であり、入射臨界角内では疎密波（P波）と変換された横波（SV波）の合成波となる。そのため、水中音波の海底面への入射角を推定するには、水中の音速に加え、海底表層堆積層の地震波速度、即ちP波及びS波速度も必要となる。Iwase(2016)では、東京大学地震研究所の「三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システム」を対象として、発振位置（船位）が既知の音源であるエアガン信号の観測波形を用い、海底表層堆積層の地震波速度の現場推定を行っている。具体的には、パーティクル・モーションにより得られた透過波の見かけの出射角に関して、平面波の流体ー固体境界入射を仮定した際のZoeppritz方程式に基づく理論値との比較を行い、地震波速度を推定するものである。

S-netに関しては、一部の観測点の直近を海洋研究開発機構の海底広域研究船「かいめい」がエアガン発振を行いながら通過しており、web公開されている航跡データを用いることにより、同じ手法が適用可能である。

今回は、防災科学技術研究所並びに海洋研究開発機構による公開データを用いた海底表層地震波速度と設置方位の推定結果について報告する。

参考文献
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 54, 07HG03, 2015.
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 55, 07KG01, 2016.

キーワード：海底地震計、透過波、パーティクル・モーション
Keywords: Ocean bottom seismometer (OBS), transmitted wave, particle motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Parametric time series –video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1], Alejandra Arciniega Ceballos[1,2], Alejandro Rosado Fuentes[1]

1. Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico, 2. Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico

In recent years, the development of experimental methodologies and techniques have facilitated the study of volcano-conduit dynamics through high-sensitive laboratory experiments; in which parametric time series and high-resolution videos have been analyzed separately. We present a computational tool that synchronizes parametric time series with high-resolution videos in cases where the experimental setup allows the physical phenomena to be filmed. The open-access program has been writen in Python using ObsPy (time series processing) and OpenCV3.0 (image processing) libraries and runs in different operating systems. It scales parametric time series and video frames in order to run both at same time and correlate characteristics of interest. In addition, the program can display multiple-parameter time series in one frame to study and interpret them together. We present some examples where elastic signals were sincronized with high-resolution videos in experiments that aim to understand elasto-dynamic behavior of conduits and the fluid-rock interaction. Our results display good correlation between the elastic characteristics shown in signals and the physical phenomena observed in the video. This program is an alternative tool for processing experimental data of parametric time series correlated with video frames. The program will be available under request to the main author's email.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

自然地震・人工地震を観測するための地球計測法やデータ処理システムについて討論する．地震観測網の構築や改良、観測・計測の技術革新，物理探査に関する データ処理システムの革新，防災情報の発信などの話題を募集する．関連する地球物理学的な観測についての講演も広く募集する．

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] Parametric time series – video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案
Proposal of the low cost seismometer network system

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4]
*Takamori Ito[1], Takashi Akazawa[2], Koichi Kusunoki[3], Masato Yazawa[4]

1. 株式会社aLab、2. 一般財団法人地域地盤環境研究所、3. 東京大学地震研究所、4. 株式会社数理設計研究所
1. aLab Inc., 2. Geo-Research Institute, 3. ERI, The University of Tokyo, 4. MAD Lab.

IT強震計(鷹野他 2004)では、当初、自助共助を目的とした「草の根型地震防災情報システム」を実現することを目指していた。その後の経緯から、現在は建物観測に重点が置かれ、汎用の地震計応用ネットワークとしての開発は進んでいない。この原因の一つに、地震計本体だけでなく、従来はネットワークを含めたシステム全体の現実的な運用コストを低く抑えることが困難であったことがあげられる。VPS(virtual private server)とVPN(virtual private network)を用いて、廉価に地震計ネットワークを構築する方法を考え、試験運用をはじめた。

http://itk.seism.jp/

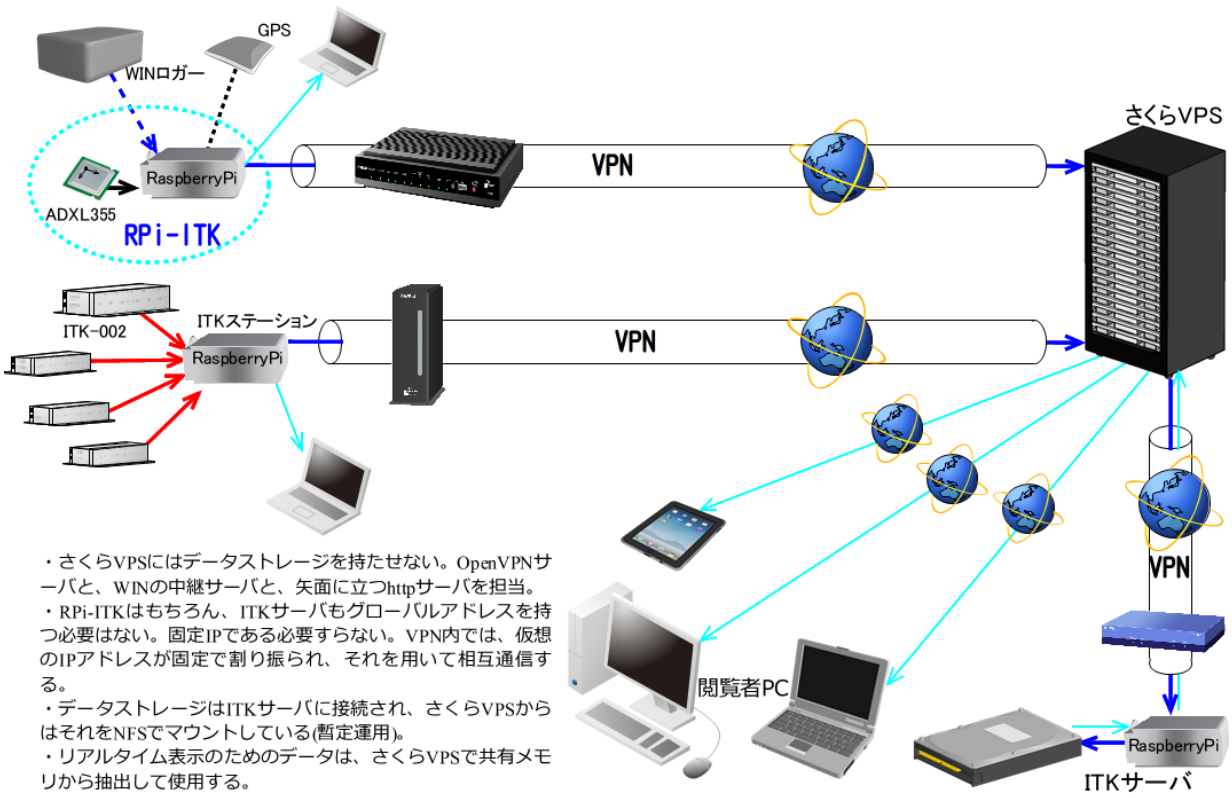
中核となるテレメータシステムとしてはWINシステムをそのまま使用している。安定しており利用制限も無いため、新規にシステムを開発する必然性は無く、利用者も多く運用ノウハウが蓄積していることも利点となる。しかしながら、WINシステムの転送方法はなりすまし等の攻撃に対して脆弱であり、インターネット上でそのまま使用するには問題がある。WINシステムの通常の運用は利用者の限られた閉域網なので問題にならず、インターネット経由の場合にはVPNルータを用いて運用されているが、VPNルータは高価で設定も難しいこともあり、安価にシステムを構築する上では障害になる。無料で使用できるソフトウェアでVPNを実現することで、この部分のコストをカットできる。WINシステムは、テレメータシステムとしての能力に不足はないが、表示には基本的にX-Windowを使用しており、現在では一部の研究者以外には敷居が高い。IT強震計試作機などでは、CGIとJavaアプレットを用いてWeb経由の表示を実現していた。Javaアプレットのサポートが打ちきられつつあるため、ここではJavaScriptを用いた波形表示(伊藤 2018)を用いてWeb経由の表示を実現している。従来のWeb表示はIT強震計試作機互換システム専用であったが、WINシステム汎用で使えるように改良を進めている。

試験運用しているシステムでは、中核となるサーバにさくらインターネットのVPSを使用している。グローバルIPアドレスの付いたバーチャルマシンを最安プランで685円/月で利用できる。VPNにはOpenVPNを使用している。このため、他の構成機器にはRaspberryPiを使用しているが、グローバルアドレス不要で、例えば既存の家庭内LANなどに接続して運用できるのでネットワークに関する追加費用は発生しないと考えて良い。地震計として、RaspberryPiにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサのADXL355を接続して使用することで、廉価(部品代15000円程度)にIT強震計試作機(約60万円)以上の機能を実現している(赤澤・伊藤 2019)。旧来のITKステーション(伊藤・鷹野 2010)にOpenVPNをインストールしたものも、このネットワークに接続されている。RaspberryPi上でもWINシステムを走らせているため、ここに既存のwin出力ロガーを接続してこのネットワーク参加することも可能である。

今後、規模を拡大しつつ試験運用を継続し、運用上の問題点の確認と対処を進める。そして、このネットワークを生かし、IT強震計の当初の目的に沿った自助・共助に役立つアプリケーションの研究・開発を行う。

キーワード：地震観測ネットワーク
Keywords: seismic network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



・さくらVPSにはデータストレージを持たせない。OpenVPNサーバと、WINの中継サーバと、矢面に立つhttpサーバを担当。
・RPi-ITKはもちろん、ITKサーバもグローバルアドレスを持つ必要はない。固定IPである必要すらない。VPN内では、仮想のIPアドレスが固定で割り振られ、それを用いて相互通信する。
・データストレージはITKサーバに接続され、さくらVPSからはそれをNFSでマウントしている(暫定運用)。
・リアルタイム表示のためのデータは、さくらVPSで共有メモリから抽出して使用する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測
Experimental observation toward the realization of low-cost and high-density strong-motion observation network

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2]
*Takashi Akazawa[1], Takamori Ito[2]

1. 一般財団法人地域地盤環境研究所、2. 株式会社aLab
1. Geo-Research Institute, 2. aLab Inc.

阪神・淡路大震災を引き起こした1995年兵庫県南部地震を機に，強震観測の必要性が再認識され，それ以降日本では世界に類を見ない高密度な強震観測網が急速に整備された。例えば，防災科学技術研究所 (現在の国立研究開発法人防災科学技術研究所) は，全国約1,000カ所に約20 km間隔で強震計を設置し，K-NET (Kyoshin Net；全国強震観測網) として運用を開始した。一方，関西地域では，関西地震観測研究協議会が1995年兵庫県南部地震発生の前年から独自の強震観測網を展開しており，K-NETと合わせて高密度な強震観測網が整備されている。しかし，これだけの観測密度を以てしても，地震による地面の揺れを詳細に把握するには限界がある。この課題の解決策の一つとして，強震観測点の数をさらに増強するという方法があるが，そのためには多額の費用を確保する必要があり，それが強震観測点数の増強を妨げる要因の一つとなっている。

著者らは， IT強震計試作機相当の廉価なITKセンサを開発し，そのセンサをVPS (Virtual Private Server) とVPN (Virtual Private Network) を用いた廉価な地震計ネットワークの試験運用 (伊藤・他(2019)) の一環として利用する傍ら，既存の強震計と併設して強震計としての性能を評価するための試験観測を開始した。今回開発したITKセンサは，Raspberry Piにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサADXL355を接続することで，廉価 (部品代15,000円程度) にIT強震計試作機 (約60万円) 以上の機能を実現している。上述した試験運用中のネットワークは，このセンサを既設のLANにDHCPを利用して接続するだけで，観測データを予め用意したVPSに集約することが可能となっている (詳細は伊藤・他(2019)参照) 。一方，このセンサは，Raspberry Pi (今回はRaspberry Pi 3 Model B+) を観測データの収録に使用しており，16GBのUSBメモリを接続すれば，約8カ月分の観測データを収録することができる。時刻を較正する方法には，NTPサーバと同期する方法とGPSを利用する方法があり，後者を利用すれば，オフライン環境下でも，時刻を較正しつつ観測データを収録することが可能である。今後，試験観測を継続し，廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた検討を進めていく予定である。

キーワード：強震観測、強震計
Keywords: Strong-motion observation, Strong-motion seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

Comparison of noise levels of the JMA and F-net broadband seismographs / strong motion velocity-type seismographs in long-period range for the purpose of magnitude estimation of tsunami earthquakes

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1]
*Masayuki Tanaka[1], Akio Katsumata[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

津波地震（スロー地震）は, 同じ規模（地震モーメント）の通常の地震に比較して地震波の短周期成分の励起が低い現象である(Kanamori, 1972)．その結果，気象庁マグニチュードM_jや表面波マグニチュードM_sなどの周期数秒～20秒の地震波の振幅から直接決められるマグニチュードがモーメントマグニチュード(M_w)よりも小さくなる．1992年ニカラグア地震(M_s7.2, M_w7.6)は，M_wが8未満であるのに破壊継続時間が100秒を超えており，津波地震と考えられている(例えば, Satake *et al.*, 1993). このような地震は，発生メカニズム解析や地震の規模推定等において長周期の地震波に注目する必要があり，広帯域地震計による観測データはとても期待されている．国立研究開発法人防災科学技術研究所が運用する広帯域地震観測網（F-net）では，日本各地に広帯域地震計と速度型強震計を併設し，広帯域かつ広ダイナミックレンジの観測を可能としている．広帯域地震計は温度変化の影響を受けやすく，速度型強震計と一緒に奥行きのある横坑の最奥部に設置されている．先行研究では，国内で発生する津波地震に対して，F-netの速度型強震計を規模推定に活用できそうであることが分かった（例えば，田中・勝間田, 日本地震学会2017年度秋季大会, 田中・勝間田, JpGU Meeting 2018, 田中・勝間田, 日本地震学会2018年度秋季大会）．気象庁も全国に併設ではないが広帯域地震計と速度型強震計を設置している．しかしながら，一部を除き，横坑内の設置ではないなど観測環境はF-netほど整っていない．そこで，気象庁とF-netの速度型強震計等の観測された連続波形記録からバックグランドのノイズレベルを調べる．McNamara and Buland (2004)等を参考に，時間窓を1日とし，半日ずつシフトさせながらそれぞれの期間におけるパワースペクトル密度を計算する．その結果から気象庁の広帯域地震計や速度型強震計が津波地震に使えるかを検討する．図1に一例として，気象庁の根室豊里観測点と近隣のF-netの根室観測点における，2019年1月1日00時00分から1時間の上下動成分の速度型強震計記録を使って解析したパワースペクトル密度を示す．ほぼ同じノイズレベルであり，設置環境の違いによる影響は当観測点については認められない．

謝辞
国立研究開発法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網F-netの波形データを使用させて頂きました。

キーワード：広帯域地震計、速度型強震計、パワースペクトル密度、ノイズレベル
Keywords: Broadband Seismograph, Strong Motion Velocity-type Seismograph, Power Spectral Density, Noise Level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

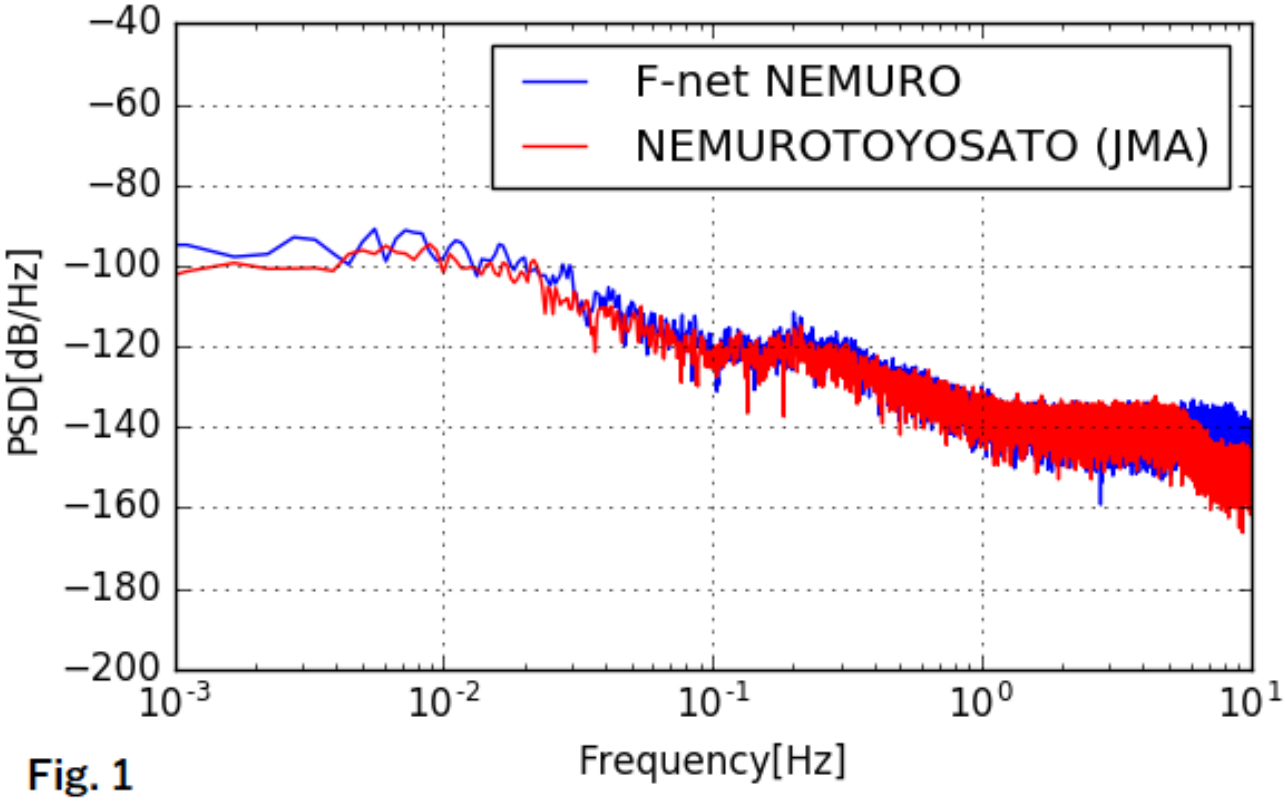


Fig. 1

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

Estimation of seismic wave velocity of seafloor surface and installation orientation at S-net station based on observed waveform of air gun: Toward sound source localization of large baleen whale

*岩瀬 良一[1]
*Ryoichi Iwase[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. National Research and Development Agency, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

北海道釧路・十勝沖、三陸沖、並びに房総沖では、海底ケーブル型観測システム搭載のハイドロフォンや地震計により、大型のヒゲクジラの一種であるナガスクジラの鳴音が検出されている(Iwase, 2015)。近年、東日本東岸の北海道から千葉沖に渡る広大な範囲に150もの観測点からなる海底ケーブル型観測システム「日本海溝海底地震津波観測網」(S-net)が防災科学技術研究所により設置され、観測波形のデータ公開も開始された。地震や津波の観測や早期検知にとってだけでなく、この観測システムの登場は、これまで局地的な数点での観測にとどまっていた鳴音検出を、広大な海域に拡大するものであり、これまで空白域となっていた西太平洋、特に日本近海におけるナガスクジラなどのヒゲクジラ類の回遊行動などの解明に資することが期待される。

一方、これらの行動解明のためには、単なる鳴音検出だけでなく、音源定位による個体の移動を把握することが望ましい。しかしながら、地震と違って鯨類鳴音は、通常、海底ケーブル型観測システムを構成する複数の観測点で検出されるほど音圧レベルが大きいものではなく、単一の観測点での波形記録のみから音源定位を行う必要がある。単一の三成分地震計による音源定位手法としては、パーティクル・モーションを用い、水中音波である鳴音の入射方位に加え、入射角を水平距離の推定に使用する方法がある。地震波形上に記録される鳴音は、水中を伝搬してきた水中音波そのものではなく、水中音波が海底面に入射して海底下に透過した地動であり、入射臨界角内では疎密波（P波）と変換された横波（SV波）の合成波となる。そのため、水中音波の海底面への入射角を推定するには、水中の音速に加え、海底表層堆積層の地震波速度、即ちP波及びS波速度も必要となる。Iwase(2016)では、東京大学地震研究所の「三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システム」を対象として、発振位置（船位）が既知の音源であるエアガン信号の観測波形を用い、海底表層堆積層の地震波速度の現場推定を行っている。具体的には、パーティクル・モーションにより得られた透過波の見かけの出射角に関して、平面波の流体ー固体境界入射を仮定した際のZoeppritz方程式に基づく理論値との比較を行い、地震波速度を推定するものである。

S-netに関しては、一部の観測点の直近を海洋研究開発機構の海底広域研究船「かいめい」がエアガン発振を行いながら通過しており、web公開されている航跡データを用いることにより、同じ手法が適用可能である。

今回は、防災科学技術研究所並びに海洋研究開発機構による公開データを用いた海底表層地震波速度と設置方位の推定結果について報告する。

参考文献
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 54, 07HG03, 2015.
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 55, 07KG01, 2016.

キーワード：海底地震計、透過波、パーティクル・モーション
Keywords: Ocean bottom seismometer (OBS), transmitted wave, particle motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Parametric time series –video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1], Alejandra Arciniega Ceballos[1,2], Alejandro Rosado Fuentes[1]

1. Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico, 2. Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico

In recent years, the development of experimental methodologies and techniques have facilitated the study of volcano-conduit dynamics through high-sensitive laboratory experiments; in which parametric time series and high-resolution videos have been analyzed separately. We present a computational tool that synchronizes parametric time series with high-resolution videos in cases where the experimental setup allows the physical phenomena to be filmed. The open-access program has been writen in Python using ObsPy (time series processing) and OpenCV3.0 (image processing) libraries and runs in different operating systems. It scales parametric time series and video frames in order to run both at same time and correlate characteristics of interest. In addition, the program can display multiple-parameter time series in one frame to study and interpret them together. We present some examples where elastic signals were sincronized with high-resolution videos in experiments that aim to understand elasto-dynamic behavior of conduits and the fluid-rock interaction. Our results display good correlation between the elastic characteristics shown in signals and the physical phenomena observed in the video. This program is an alternative tool for processing experimental data of parametric time series correlated with video frames. The program will be available under request to the main author's email.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

岩石，鉱物，資源に関する発表を広く募集します．フィールド調査，高温高圧実験などの室内実験，新しい分析方法や探査技術，鉱物，火山岩，深成岩，変成岩，堆積岩，鉱床の形成プロセスの解明やモデル化などが主なテーマとしてあげられます．３学会の共催セッションとして多くの発表が集まり，単一学会ではできない議論や意見交換の場となることを期待します．

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション
Combined microspectroscopic characterization of a red-colored granite rock sample

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1]
*Katsuya Okada[1], Satoru Nakashima[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

佐賀県の天山花崗岩はぶどう石脈の周辺10mm程度に赤色化部分が見られる。しかし、この赤色化の原因物質がどこにどのような形態で存在しているのかはわかっていない。そこで、顕微可視・蛍光・ラマン分光測定と、低真空・非蒸着でのエネルギー分散型X線分光装置付き走査型電子顕微鏡（SEM-EDS）測定とを組み合わせたマッピング測定を行った。

暗視野可視光反射スペクトルから定量的な色値L*a*b*およびKubelka-Munk(KM)スペクトルを得た。a*が大きい赤色の部分はKMスペクトルの500~560 nmの吸収帯が大きい部分に対応しており、赤鉄鉱様鉄酸化物によるものと考えられる。一方、b*の大きい黄色の部分は450~500 nmの吸収帯が大きく、緑簾石によるものであると考えられる。SEM-EDS測定と比較すると赤色部はナトリウムまたはカリウム長石に対応していたが、鉄の濃度は0.5wt%より低いという結果が得られた。その部分のラマンスペクトルでは赤鉄鉱は確認できなかったが、天山花崗岩赤色長石のTEM観察ではサブミクロン微粒子が見られ，その一部の電子線回折パターンは赤鉄鉱のそれらと一致した。長石マトリックス中にサブミクロンの赤鉄鉱などの鉄酸化物が点在していると考えられる。

ぶどう石中にはおよそ2wt%の鉄が確認された。その部分でのKMスペクトルには430 nm付近にFe^{3+}の配位子場によると考えられる吸収帯が見られた。このことから、ぶどう石中の鉄はAl^{3+}を置換したFe^{3+}として結晶構造中に存在していることが示唆された。
様々な色を持つ造岩鉱物において、鉄の物理化学形態（Fe^{2+}かFe^{3+}か、酸化物か結晶構造中にあるのか、など）とその分布を非破壊で解析することは困難であるが、本研究で用いた複数の分光手法を組み合わせた測定は、非破壊での鉄のキャラクタリゼーションに有効と期待される。

キーワード：赤色花崗岩、赤鉄鉱、顕微可視分光、色値、吸収帯強度面積マップ、SEM-EDS
Keywords: red granite, hematite, visible microspectroscopy, color values, band area map, SEM-EDS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4]
*Mariko Nagashima[1], Daisuke Nishio-Hamane[2], Nobuhiko Nakano[3], Toshisuke Kawasaki[4]

1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 東京大学物性研究所、3. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4. 愛媛大学理学部
1. Graduate school of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 2. The institute for Solid State Physics, the University of Tokyo, 3. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 4. Faculty of Science, Ehime University

This is the first report of the crystal structure of mukhinite, V-analogue clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2V^{3+}Si_3O_{12}(OH)$ synthesized at 1.5 GPa and 800 ºC (Run 20). The study was performed to clarify the distribution of V^{3+} among structurally independent octahedral M1, M2 and M3 sites, and the effect of V^{3+} on the crystal structure. Although epidote-supergroup minerals occur widely in low- to medium-grade metamorphic mafic rocks, and hydrothermally altered rocks, clinozoisite- and allanite-subgroup minerals rich in V^{3+} are not common, and have been reported from restricted localities. Mukhinite from the Tashelginskoye iron ore deposit, southwestern Siberia, having the composition of $Ca_{2.0}(Al_{2.1}V_{0.8}Fe_{0.1})Si_{3.1}O_{12}(OH)$ has been regarded as a V^{3+}-analogue of clinozoisite (Shepel and Karpenko 1969). However, its crystal structure and V^{3+} distribution among octahedra have not been investigated. Several syntheses and/or phase-equilibrium studies on clinozoisite-subgroup minerals have been performed. To the best of our knowledge, there has been no investigation of synthetic V-bearing epidote-supergroup minerals.
Syntheses were performed under the conditions of 1.2-1.5 GPa and 600-800 ºC, and run duration 89-261 hours. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite (Czo) in all run products are associated with zoisite (Zo), and also coexist with V-bearing phases such as vanadomalayaite, goldmanite, V-oxides and unidentified Ca-Al-bearing vanadates. Czo and Zo were distinguished by using Raman spectra. As the result of submicroscopic texture observation by TEM, Zo in Run 19 product often contain Czo lamellae with several nm thickness, and they have epitaxial relationship as Zo[010]//Cz[010]. Czo and Zo in Run 20 product are generally separated, but in a few cases, they contact each other at boundaries. However, the phases in Run 20 do not have an epitaxial relationship, and Zo intergrowth with Czo is not observed. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite crystallized in the Run 20 product show a compositional gap between 0.33-0.74 V atoms per formula unit (apfu), and the V content attains 1.14 apfu. The co-existence of low V^{3+}- and high V^{3+}-clinozoisites indicates the presence of a miscibility gap at 1.5 GPa and 800 ºC. Two mukhinite crystals with 0.75 and 0.83 V^{3+} apfu were used for X-ray single-crystal structure analysis (hereafter, labelled as 20d and 20k). Structure refinements of the 20d and 20k crystals converged to R_1 values of 4.20% and 3.33%, respectively. The unit-cell parameters are a = 8.8995(2), b = 5.6299(1), c = 10.1532(2) Å, beta = 115.327(1)º, and V = 459.81(2) Å^3 for 20d, and a = 8.8999(1), b = 5.6357(1), c = 10.1499(1) Å, beta = 115.306(1)º, and V = 460.24(2) Å^3 for 20k. The resulting V^{3+} occupancies among the octahedral sites of 20d and 20k are $^{M1}(Al_{0.894(6)}V_{0.106})^{M2}(Al_{0.976(6)}V_{0.024})^{M3}(V_{0.621(6)}Al_{0.379})$ and $^{M1}(Al_{0.868(4)}V_{0.132})^{M2}(Al_{0.957(4)}V_{0.043})^{M3}(V_{0.652(2)}Al_{0.348})$, respectively. Site preference of V^{3+} at the octahedral sites is M3>M1>M2 as that of Fe^{3+} and Mn^{3+}. The intracrystalline partition coefficient of V^{3+} and Al^{3+} between the M1 and M3 sites, $K_D = (V^{3+}/Al)^{M1}/(V^{3+}/Al)^{M3}$, is 0.07-0.08, which is greater than those of Fe^{3+} and Al^{3+} (0.03-0.05) and of Mn^{3+} and Al^{3+} (0.04-0.06). Variations of the unit-cell parameters are strongly related to the variations of the M3-O*i* and M1-O*i* distances. The unit-cell volumes of mukhinites are similar to those of $Ca_2(Al,Fe^{3+})_3Si_3O_{12}(OH)$-epidote. However, it is noticed that the *a*-dimension is longer, and the *c*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

-dimensions shorter. The b angles of the mukhinites are also different from those of epidotes, but similar to those of Cr^{3+}-clinozoisite. Although the behavior of V^{3+} and its effect on the epidote-type structure are expected to be similar to those in the case of Fe^{3+} due to their similar ionic radii, some structural variations cannot be explained only in terms of the similarity of ionic radii between V^{3+} and Fe^{3+}.

キーワード：mukhinite、clinozoisite、synthesis、crystal chemistry、Raman spectroscopy、TEM
Keywords: mukhinite, clinozoisite, synthesis, crystal chemistry, Raman spectroscopy, TEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察
High temperature In-situ TEM observation of crystallization in Sakurajima volcanic glass

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1]
*Akira Miyake[1], Shota Okumura[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

Recently, it attracts attention that the enviroment TEM (transmission electron microscope) holders using MEMS (Micro electro mechanical sysytem) tecunique, which is one of the integrated technologies of semiconductor circuit and It is possible to in-situ and nanometer-scale observe and analyze using these enviroment TEM holders, e.g., heating, biasing, gas and liquid conditions.
In the present study, in-stu heating TEM experiment was carried out to observe the crystallization in volcanic glass using in-situ heating TEM holder (Wildfire D6, DENS solutions). Sample is the volcanic glass from Sakurajima volcano.
Experiment condition is that at first heating 23 degC to 1600 degC, which shows the set value, at 1 degC/sec, nextly keeping the 1160 degC for around 24 min, and finally cooling 1160 degC to 23 degC at 1 degC/sec. Because our previous temperature calbration experiments indicated that the actual temperature had the about 200 degC lower value than the setting temperature, it is thought taht 1160 degC, the setting temperature in this study, showed about 950 degC.
Many minerals crstallized in volcanic glass were observed in the in-situ experiments, although we could not observe just crystallization from glass at first unfortunately. During keeping the 1160 degC, we could observe that mineral disappeared and re-crystallization. After cooling, we identified these minerals crystallized at high temperature, and these minerals were magnetite (Fe3O4) and clinopyroxene (space group: C2/c).

キーワード：高温その場観察
Keywords: in-stu heating TEM experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

Timing of intrusion and Sr isotopic composition of granodiorite porphyrites in the Noko Island, western part of northern Kyushu

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3]
*Masaki Yuhara[1], Yoshinobu Kawano[2], Osamu Okano[3]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. 立正大学地球環境科学部環境システム学科、3. 岡山大学理学部地球科学科
1. Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, 2. Department of Environment Systems, Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University, 3. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Okayama University

北部九州西部，能古島に分布する北崎トーナル岩ならびに変成岩中に貫入する花崗閃緑斑岩岩脈（唐木田，1965；唐木田ほか，1994）は，記載岩石学的特徴，全岩化学組成の特徴から，花崗岩質マグマと北崎トーナル岩とは異なるトーナル岩質マグマの混合によって形成されたことが明らかになった（柚原，2017）．しかし，その貫入時期については不明であった．その後，岩脈の貫入時期に関する新たな産状を見出すとともに，Sr同位体比を測定した．本報告ではそれらの結果を報告する．

花崗閃緑斑岩岩脈は主に，能古島および周辺地域の北崎トーナル岩と変成岩中に認められる．花崗閃緑斑岩岩脈は，ランプロファイアーを包有し（柚原ほか，2007），ランプロファイアー岩脈に切られる．このことは，花崗閃緑斑岩岩脈とランプロファイアー岩脈がほぼ同時期に貫入したことを示唆する．ランプロファイアー岩脈からは，90.7±1.2 MaのK-Ar年代が報告されており（石橋ほか，2007），貫入年代と解釈されている．したがって，花崗閃緑斑岩岩脈もこの時期に貫入したと考えられる．両岩脈が北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈を切ることから，細粒花崗岩の活動はこれよりも古い．

組成変化図において，本花崗閃緑斑岩は，岩脈中の苦鉄質包有岩と北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈の間の組成を示す．苦鉄質包有岩は多くの元素で北崎トーナル岩の組成範囲内にあるが，MgO，Na_2O，Crに富み，Yにやや乏しい傾向にある．特に，SiO_2-A.S.I.図やMgO-Fe_2O_3*図では，細粒花崗岩，花崗閃緑斑岩，苦鉄質包有岩の形成するトレンドと，北崎トーナル岩の変化トレンドは大きく異なる．以上のことから，柚原（2017）は，本花崗閃緑斑岩は，花崗岩質マグマと苦鉄質包有岩の元となった北崎トーナル岩とは異なる組成を持つトーナル岩質マグマの混合により形成されたと考えた．

貫入時期と考えられる90.7 Maで年代補正した花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSr同位体比初生値（SrI）は，それぞれ0.70459～0.70487，0.70430～0.70466である．ランプロファイアーのSrIは0.70414である．これに対し，90.7 Maで年代補正したSr同位体比は，北崎トーナル岩で0.70435～0.70480，細粒花崗岩で0.70512～0.70580である．花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSrIは，細粒花崗岩よりも明らかに低いが，北崎トーナル岩の組成範囲内にあるだけでなく，北部九州白亜紀花崗岩類のSrI（0.70434～0.70681：大和田ほか，1999；柚原ほか，2005；川野・柚原，2008）の範囲内にあり，これらと区別することは困難である．これは，Sr同位体比組成の類似した起源物質から生成されたトーナル岩質マグマが関与しているためであると考えられる．ランプロファイアーのSrIは，これらよりも明らかに低いが，志賀島塩基性岩類（柚原ほか，2016）と類似している．

キーワード：花崗閃緑斑岩、ランプロファイアー、Sr同位体比、北崎トーナル岩、能古島、北部九州白亜紀花崗岩類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: granodiorite porphyrite, lamprophyre, Sr isotopic composition, Kitazaki Tonalite, Noko Island, Cretaceous granitic rocks in northern Kyusyu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2]
*Ayu Yamazaki[1], Tetsuo Kawakami[1], Fumiko Higashino[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate school of Science, Kyoto University , 2. Graduate school of Environmental Studies, Tohoku University

A composite dike with a width of about 3 m discordantly intrudes to the gneissose structure of pelitic and psammitic migmatites in Hakusan-cho, Mie Prefecture (Ryoke belt, SW Japan). This composite dike has silicic margin of about 15 cm in width and mafic rocks in its center in the form of discrete pillows of about 5-30 cm in width, representing coexistence of silicic and mafic magmas. This study aims to discuss how the composition of these magmas changed through magma mingling, magma mixing and chemical diffusion by observing microtextures indicative of magma mixing and spatial change of mineral compositions.

The silicic host rock more than 3 cm distant from the mafic pillow consists of plagioclase + biotite + quartz + K-feldspar + garnet. Silicic host rock in the vicinity of the mafic pillows shows the mineral assemblage of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar with minor garnet. On the other hand, the mafic pillows mainly consist of two parts, hornblende-bearing and hornblende-free domains. The hornblende-bearing domain mainly consists of plagioclase + hornblende + biotite + quartz ±K-feldspar. The hornblende-free domain, commonly developed in between the hornblende-bearing domain and the silicic host, mainly consists of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar.

Some microtextures indicative of magma mixing (e.g. acicular apatites, rapakivi feldspars, “anorthite spikes” in plagioclase) (Hibbard, 1991; Baxter and Feely, 2002) were found both from the mafic pillows and from the silicic host in the vicinity of them. Especially in felsic back veins developed in the mafic pillows, coarse-grained plagioclase shows a zonal inclusion arrangement of quartz and biotite. A number of acicular apatite crystals are included in and outside the inclusion arrangement, whereas no apatite inclusion is present inside the inclusion arrangement. This microtexture is considered as evidence of local magma mixing in felsic back veins.

When focusing on one pair of a discrete pillow and its silicic host, systematic change in mineral composition is observed in the silicic host and the mafic pillow as a distance from the mafic pillow: From the silicic host to the mafic pillow, anorthite value of fine-grained plagioclase, $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio, Cl and TiO_2 concentrations of biotite gradually approach to the value observed in the mafic pillow. These chemical trends indicate that magma composition changed prior to the crystallization of these minerals. Observation of the sharp silicic host/mafic pillow boundary and rare occurrence of magma mixing textures both in silicic and mafic rocks suggests that chemical diffusion across the interface between the two magmas played an important role before mechanical mixing.

In a larger scale, 3 different mafic pillows in different positions of the vein (about 10 cm, 20 cm and 160 cm distant from the dike wall) show different $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende. The mafic pillow at 10 cm and that at 20 cm have similar $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende, whereas mafic pillow at 160 cm-distance has higher $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio than them. This indicates the difference in the degree of chemical exchange between the silicic host and the mafic pillows as a distance from the vein wall.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代
Petrography and Zircon U-Pb ages of the Ryoke Granitoids distributed in the Takanawa Peninsula, Ehime Prefecture.

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2]
*Kazuya Shimooka[1], Satoshi SAITO[1], Kenichiro Tani[2]

1. 愛媛大学理工学研究科、2. 国立科学博物館地学研究部
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science

１．はじめに

愛媛県北部に位置する高縄半島には、多様な岩相・岩質からなる領家帯花崗岩類が分布しており、宮久・平岡(1970)、越智(1982)などにより岩石記載や岩相区分がなされてきた。越智(1982)は、本地域の花崗岩類をトーナル岩質岩の3岩体、花崗閃緑岩の4岩体、花崗岩の7岩体に区分し、貫入形態から示唆される前後関係から、トーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の順に形成したことを指摘した。しかしKagami et al. (1988)は、これらの岩体が93.1±2.9 MaのRb-Sr全岩アイソクロンを形成することから、白亜紀後期のほぼ同時期に形成された可能性を示した。一方、吉倉ほか(2004)は当地域の花崗岩類を13の岩型に区分した上で、第１期(片麻状トーナル岩~花崗閃緑岩)、第2期(塊状花崗閃緑岩)、第3期(塊状アダメロ岩~花崗岩)に大別し、第1期および第2期の花崗岩類に第3期の花崗岩類が貫入しているとした。しかしながら、それらのジルコン(単粒子)U-Pb年代は、第3期の花崗岩類（96.7±0.7 Ma）が第1期および第2期の花崗岩類（それぞれ91.4±0.2 Maと91.0±0.2 Ma）より有意に古い年代を示し、時階区分と矛盾することを報告している。このように、高縄半島に分布する領家花崗岩類については、その形成年代や岩相区分、貫入関係等について見解が収束しておらず、さらに十分な検討がなされる必要がある。そこで本研究では、当地域の領家花崗岩類について岩石記載をおこなうとともに、新たにジルコンU-Pb年代測定を行い形成年代の検討を行なった。

２．岩石記載

本研究では、越智(1982)の岩体区分に基づき、岩石試料採集と薄片観察を行った。モード測定による鉱物構成量比から、越智(1982)のトーナル岩質岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗閃緑岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗岩は多くが花崗岩の組成をそれぞれ持つことが確認された。また、トーナル岩質岩から花崗閃緑岩、花崗岩への組成変化につれて、色指数が低くなる傾向が認められた。

３．ジルコンU-Pb年代

越智(1982)の区分に基づき、トーナル岩質岩（高縄岩体）、花崗閃緑岩（北条岩体）、花崗岩（糸山岩体）の試料からジルコンを分離した。これらの岩相は、片麻状トーナル岩、塊状花崗閃緑岩、塊状花崗岩であり、それぞれ吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期に相当するものと考えられる。ジルコンのカソードルミネッセンス像観察から、明瞭な波動累帯構造を示すリム部を選び、国立科学博物館設置のLA-ICP-MS によりU-Pb年代測定を行った。その結果、トーナル岩質岩について約94 Ma、花崗閃緑岩について約89 Ma、花崗岩について 約94 Maの年代を得た。

４．議論

本研究のモード測定による岩石分類は、越智(1982)と概ね一致する。一方、越智(1982)で貫入形態から指摘されたトーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の活動順に対し、本研究のジルコンU-Pb年代は、花崗閃緑岩がトーナル岩質岩および花崗岩より有意に若い。また、吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期のジルコン(単粒子)U-Pb年代と比べても、それぞれ本研究で得られた年代はやや異なる。当地域における白亜紀後期花崗岩質マグマ活動の詳細を明らかにするためにはさらなる年代データの蓄積が必要であるが、本研究結果からは、約94 Maのトーナル岩質岩および花崗岩の形成と、それに引き続く約89 Maの花崗閃緑岩の形成といった複数のマグマ活動が示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：領家帯、花崗岩類、高縄半島
Keywords: Ryoke belt, Granitoids, Takanawa Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用
Neoproterozoic arc magmatism and high-grade metamorphism of the basement rocks in southern Malawi

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1]
*Toshiaki Tsunogae[1], Sam Uthup[1], Mzee Wandembo Nyirongo[2], Md. Sazzadur Rahman[1], Yusuke Takamura[1], Kazuki Takahashi[1]

1. 筑波大学、2. マラウイ科学技術大学
1. University of Tsukuba, 2. Malawi University of Science and Technology

The basement rocks in southern Malawi form part of the Mozambique Belt (or the southern Irumide Belt) that correspond a typical example of Neoproterozoic collisional orogens in southeastern Africa. The dominant lithologies in Lilongwe-Zomba-Blantyre area in southern Malawi are biotite gneiss (biotite + quartz + microcline + plagioclase), charnockite (orthopyroxene + K-feldspar + quartz + plagioclase + ilmenite + magnetite), and mafic granulite (plagioclase + clinopyroxene + garnet + calcic amphibole + quartz + orthopyroxene + ilmenite) which are intruded by syenite (K-feldspar + calcic amphibole + biotite + quartz + clinopyroxene) and granite (quartz + K-feldspar + plagioclase + biotite). Garnet in the mafic granulite is often mantled by plagioclase + orthopyroxene coronae, suggesting post-peak decompression. Phase equilibria modeling of the mafic granulite in the system NCKFMASHTO yielded the peak metamorphic condition of 800-920 °C and ~10 kbar with a clockwise *P-T* evolution. Major, minor, and REE geochemical data for selected felsic orthogneisses suggest arc-magmatic signatures of the rocks. The results of this study suggest that the orthogneisses in southern Malawi corresponds to a Neoproterozoic magmatic arc unit that was probably metamorphosed at high- to ultrahigh-temperature conditions during the latest Neoproterozoic East-African and Kuunga orogens.

キーワード：モザンビーク帯、クーンガ造山帯、東アフリカ造山帯、グラニュライト、相平衡モデリング
Keywords: Mozambique Belt, Kuunga Orogen, East African Orogen, Granulite, Phase equilibria modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2]
*Takehiro Hirayama[1], Tomoyuki Shibata[1], Masako Yoshikawa[1], Yasutaka Hayasaka[1], Keiji Takemura[2]

1. 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 京都大学
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Kyoto university

The Hime-shima volcanic group is composed of seven volcanoes; Oomi, Yahazudake, Kane, Ukisu, Shiroyama, Darumayama and Inazumi volcano, and is located offing of Kunisaki Peninsula, western Seto Inland Sea. The Philippine Sea Plate (PSP) is subducting under this island. It is thought that the volcanic rocks of the Himeshima volcanic groups were formed by magma mixing of dacite magma and rhyolitic magma, on the bases of disequilibrium amphibole in rhyolite and the linear trends of major element contents with the increasing in SiO_2 contents. According to their high Sr/Y ratios (some 100), low Y contents (< 14.3 ppm) and low $^{87}Sr/^{86}Sr$ rations (0.7037), the source material for dacitic endmember was inferred as partial melt of subducted PSP (Shibata et al. 2014). On the other hand, contributions of crustal materials are suggested from the existence of crustal xenoliths in the dacite (Shibata et al., 2014, 2016) and residual material of metapelite in the rhyolite (Hirayama et al., 2018). However, quantitative discussion for genesis of rhyolitic endmember have not been made. Therefore, we determined trace element compositions of rhyolites and major and trace element compositions of the crustal xenoliths in order to discuss the genesis of rhyolite magma. Additionally, we determined the U-Pb zircon age of the xenoliths to know their origin.

Trace element Primitive Mantle (PM)-normalized patterns of rhyolite from Hime-shima volcanic group is characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. According to their relationship between Sr/Y ratio and Y content, rhyolite from Hime-shima volcanic group have Sr/Y ratio (< 10) and Y content (< 15 ppm). Rhyolite from Hime-shima volcanic group cannot be classified as adakite and island-arc andesite-dacite-rhyolite. Geochemical features of the rhyolite have high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Zr content (30 ppm) and high Nb content (15 ppm).

Petrography of xenoliths from Hime-shima volcanic group is similar to that of basement rocks of Ryoke metamorphic rocks and granites from Kunisaki peninsula. U-Pb ages of zircon grains from metapelite are ca. 100 –110 Ma. These ages show agreement with ages of U-Pb zircon in metamorphic rocks from Ryoke metamorphic belt. Geochemical features of these xenoliths have wide Zr contents (20 –100 ppm), low Nb contents (< 10 ppm), high Y contents (> 15 ppm) and low Sr/Y ratios (< 40 ppm), although the xenolith of basaltic andesite shows high Sr/Y ratio of 90. As results of comparing the geochemical compositions between rhyolite and xenoliths from Hime-shima volcanic group, we think that there is no genetic relationship between the xenoliths and rhyolite.

We examined the genesis of xenoliths from Hime-shima volcanic group are from rocks composed with Ryoke metamorphic belt, because Ryoke metamorphic belt, which is composed of metamorphic rocks, diorites and granites, is under Hime-shima. We compared geochemical features of granites from Ryoke metamorphic belt (Ryoke granites, Yuhara, 1994) with rhyolites from Hime-shima. Trace element PM-normalized patterns of the granites have similar to those of rhyolite from Hime-shima volcanic group,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

which are characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. Geochemical compositions of the Ryoke granites have high Rb/Sr ratios (0.5 - 1.5), low Sr/Y ratios (10 - 20), wide composition range of Y contents (12 - 35 ppm) high Nb concentrations (10 - 20 ppm) and wide composition range of Zr contents (50 - 250 ppm). The chemical features of the rhyolite from Hime-shima volcanic group have high Nb (> 15 ppm), high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Y content (< 10 ppm), low Sr/Y ratio (< 10) and low Zr content (< 50 ppm). These chemical features share rhyolites in Hime-shima volcanic group with the Ryoke granites. Therefore, it is interpreted that the rhyolites from Hime-shima volcanic group was derived from crustal material, which compositions is similar to the Ryoke granites.

キーワード：姫島火山群、捕獲岩、流紋岩
Keywords: Hime-shima volcanic group, Xenolith, Rhyolite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討
Petrological study on the intrusive contact of a Setouchi volcanic rock dike in the Nakajima Island, Ehime Prefecture

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2]
*Taiki Omori[1], Satoshi SAITO[2]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学理工学研究科
1. Department of Earth Science, Faculty of Science, Ehime University , 2. Department of Earth Science, Graduate Schoole of Science, Ehime University

１.はじめに
瀬戸内火山岩類は中新世に活動した高Mg安山岩（HMA）の産出で特徴づけられる火山岩類であり、松山周辺では高縄半島から防予諸島にかけて広く分布する。防予諸島の一島である中島には、領家変成岩類貫入する領家花崗岩類や、それらに岩頸・岩脈状の瀬戸内火山岩類が貫入する産状が多数認められる。本研究では中島南西部で観察された、火山岩類と母岩の花崗岩類との貫入境界部で両者が混在する特徴的な産状に着目し、詳細な岩石記載と全岩化学分析によりその形成過程を検討した。
２.研究手法
野外調査により産状観察、試料採集を行った。貫入境界からの距離に応じた火山岩類の組成変化を検討するため、境界から28mの範囲で火山岩類の詳細な試料採集を行った。室内実験として、薄片作成・偏光顕微鏡観察による岩石記載、SEM-EDS分析、XRFを用いた全岩主要・微量元素組成分析を行った。
3. 結果・考察
観察した露頭の火山岩類はその多くがHMA組成を持つ。野外観察から、火山岩類は貫入境界付近の花崗岩岩片を多く含む混在部（0～1m）、花崗岩由来の鉱物片が点在する均質部（1～10m）、安山岩角礫や花崗岩角礫を多数含む角礫部（10m以降）へと漸移する。当露頭における火山岩類の全岩化学組成の距離に対する変化を検討した。火山岩類のSiO_2含有量は貫入境界近傍において急激に上昇するなど、多くの元素について母岩の花崗岩との混合が示唆される組成変化を示す。しかしながら、火山岩類のAl_2O_3含有量に関しては境界部近傍において急激に上昇し、火山岩類より低いAl_2O_3含有量を持つ母岩の花崗岩類との混合では説明できない。また、火山岩類に含まれる花崗岩ゼノリスには、パイロ変成作用に伴う部分溶融により形成されたと解釈されるガラスが鉱物粒間にしばしば認められるが、SEM-EDS分析により得られたガラスのAl_2O_3含有量も火山岩類のAl_2O_3含有量より低い。したがって、もしマグマ貫入時に母岩由来部分溶融メルトの選択的混合が起きたとしても、貫入境界付近の高いAl_2O_3含有量を説明することができない。
一方、HMA組成をもつ均質部の岩相は、顕微鏡下では花崗岩由来の長石・石英片の他に、かんらん石と単斜輝石の斑晶が多く認められる。貫入境界付近（混在部）から花崗岩片を取り除いた火山岩試料が、急冷により貫入時のマグマ組成を保持したものと仮定し、マスバランス計算により花崗岩由来の長石・石英の混入と、マグマ由来のかんらん石・単斜輝石の濃集により均質部の全岩化学組成が再現可能かどうか検討した。その結果、均質部の全岩化学組成は、平均して斜長石6%・石英1%の混入と、かんらん石7%・単斜輝石5%の濃集により説明できることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：瀬戸内火山岩類、愛媛県中島
Keywords: Setouchi volcanic rocks, Nakajima Island, Ehime Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4]
*AIKO HAYAUCHI[1], Daisuke Sasakura[1], Hisato Yasuda[2], Shinya Nakamura[3], Sho Kimura[3], Shohei Noda[4]

1. スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2. 高知大学、3. 琉球大学、4. 東京理科大学
1. Malvern Panalytical division of Spectris Co., Ltd, 2. Kochi University, 3. UNIVERSITY OF THE RYUKYU, 4. TOKYO UNIVESITY OF SCIENCE

1. Introduction
Flock is an aggregate in which fine particles such as clay and silt gathered loosely. It exists in the seabed for example. Research on flocs has been carried out on site and/or real samples, and many are observational approaches. There we tried analysis from a micro viewpoint for making floc simulation samples and reported about relationship between sample particle feature and how ease to be floc last year.
But we didn’ t care flocculant concentration in that report. Flocculant concentration must be important factor to discuss with making a simulated floc. Therefore we focused on influence of flocculant concentration to floc characteristic in this study.

2. Material and method
Kaolin as a model sample and Eb-a(Hayashi Co., Ltd.) as a flocculant for simulated floc preparation were used. Eb-a water solution concentration was 0%, 0.1%, 0.01%, 0.01% and 0.0001%. 0.05% sample water solution was prepared with each Eb-a water solution.
One of famous parameter of solution stability evaluation is zeta potential. Zeta potential was measured with Zetasizer nano ZSP (Malvern Instruments). Particle size distribution (incl. floc size distribution) was measured with Mastersizer 3000 (Malvern Instruments) which is laser diffraction system. Mastersizer 3000 is circulation system. In other hand, Morphologi 4 (Malvern instruments) which is a statistical particle image analysis system was also used for measuring particle size distribution. Morphologi 4 is not circulation system, so we can know original floc size distribution and we can see floc as well because Morphologi 4 is imaging system.

3. Result
Zeta potential in each flocculant concentration is shown in Table 1. In general, the system is stable when the zeta potential absolute value is over 20mV. Zeta potential in Eb-a concentration 0%, 0.001% and 0.0001% were around -60mV. It means that these systems are very stable and it indicates that it is difficult to occur flocculation in these situations. In the other hand, zeta potential absolute value in Eb-a concentration 0.01%, 0.1% and 1% were under 10mV, so that these indicate easy to occur flocculation.
The floc size measured by Mastersizer3000 is shown in Table 2. At The size was measured with 1500rpm/stirring speed at first, then was measured with change to 2500rpm/stirring speed. Comparing each Dv90 on 1500rpm, higher Eb-a concentration showed bigger floc size. In terms of toughness of floc, comparing the ratio of Dv90 on 1500rpm to Dv90 on 2500rpm was 1% Eb-a (0.54), 0.1% Eb-a (65%) and 0.01% Eb-a (75%). This is a result indicating that 0.01% Eb - a was the least fragile among these three samples. Also interestingly, Dv10 on 2500rpm was 0.01% Eb-a (18um), 0.1% Eb-a (9.6um) and 1% Eb-a (5.1um).
The floc size was measured by Morphlogi 4 as well. These data will discuss indetail on that day.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4. Conclusions

The results show flocculation concentration is one of important factor to make simulated floc. We will continue to study to make clear which factor important to make simulated floc.

キーワード：フロック、凝集剤、ゼータ電位、粒子径分布、イメージング
Keywords: floc, flocculation, zeta potential, particle size distribution, imaging

Eb-a(%)	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
Zeta Potential (mV)	-58.0	-59.4	-57.9	-9.62	-1.03	0.119

Table 1: Zeta potential in each flocculant concentration

Eb-a(%)	stirre speed	Dv10(μm)	Dv50(μm)	Dv90(μm)
1	1500rpm	14.6	62.5	155
1	2500rpm	5.06	25.0	83.3
0.1	1500rpm	12.4	42.4	106
0.1	2500rpm	9.64	30.3	68.5
0.01	1500rpm	19	45.2	87.6
0.01	2500rpm	17.6	36.3	65.6
0	1500rpm	2.69	6.11	14.9

Table 2: Floc size

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1]
Angela Lynett Bokuik[1], *Takashi Hoshide[1]

1. 秋田大学国際資源学部
1. Faculty of International Resource Sciences, Akita University

The Morobe Granodiorite is a composite batholith comprising of monzodiorite, monzonite, quartz monzonite, granite, granodiorite, diorite and gabbro. Mafic Microgranular Enclaves (MME) are abundant in the intrusion. The mineral assemblage of the Morobe Granodiorite comprises of hornblende, biotite, plagioclase, alkali feldspar and quartz with accessory minerals of titanite, apatite, magnetite and ilmenite. The rocks have a variety of texture, such as poikilitic, cumulous and porphyritic. The MME also has a similar mineral assemblage and texture to its host however, it is abundant in mafic minerals hornblende and biotite.

Mineral compositions for amphibole of the granodiorite and MMEs are similar, implying similar magma environment. By the iteration calculation using a geobarometer (Anderson and Smith, 1995) and a geothermometer (Blundy and Holland, 1990), we estimated the crystallization temperature of 597-766˚C and the maximum crystallization pressure of 3.6 kbar. Crystallization conditions from the MME yield higher temperature (812˚C) and pressure (5.3 kbar) to its host, which implies MMEs represent the deeper hotter parts of the same magma chamber of which the MME and host formed.

The geochemical signature of the Morobe Granodiorite represent calc-alkaline and metaluminous nature typical of I-type granites. The variations of major elements in the Harker diagram can be best explained by fractionation mainly of hornblende and plagioclase. The interpretation is consistent with the textural variations of the rocks. Low $FeO^T/(FeO^T + MgO)$ ratios and high Mg-number for granodioritic rocks suggest magma originated from partial melting of the lower mafic crust. This magma was contaminated upon ascent wall rock assimilations of the host rock Owen Stanley Metamorphic. This can be seen as Na_2O vs SiO_2 and K_2O vs SiO_2 variation diagrams.

キーワード：モロベ花崗閃緑岩体、苦鉄質細粒包有岩、分別結晶作用
Keywords: Morobe Granodiorite, mafic microgranular enclaves, fractional crystallization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2]
*Shogo Kodama[1], Masaaki Owada[1], Teruyoshi Imaoka[1], Atsushi Kamei[2]

1. 山口大学、2. 島根大学
1. Yamaguchi University, 2. Shimane University

Cretaceous to Paleogene igneous rocks are widely exposed in the Inner Zone of Southwest Japan where the granitic rocks have been divided into the San-in, San-yo, and Ryoke Belts on the basis of their lithologies, geochemical compositions, magnetic susceptibility and associated ore deposits (Ishihara, 1971). The San-yo and Ryoke Belts belong to the ilmenite-series granitic rocks, but the San-in Belt corresponds to the magnetite-series ones (Ishihara, 1977). According to Sr isotopic compositions, Kagami et al. (1992) classified these granitic rocks into the North Zone , South Zone, and Transitional Zone situated between the North and South Zones. The granitic rocks from the Transitional and South Zones show negative eNdI values (Kagami et al., 1992); however, the isotopic compositions of granitic rocks would serve only as proof for the bulk of the continental crust (Jahn, 2010). This means that those data are unlikely to provide us with mantle signatures. Imaoka et al. (2014) described the Early Cretaceous lamprophyer (c. 105 Ma) from the Kyoto district. The Kyoto lamprophyres geochemically show enriched signatures with positive and negative eNdI values corrected to 105 Ma. In consideration of the geochemical signatures and tectonic setting, Imaoka et al. (2014) concluded that the Kyoto lamprophyre was derived from heterogenous enriched mantle created by the subduction of the oceanic crust. Aspects of the existence of enriched mantle, however, are still unclear, such as in regard to its regional extension and duration for the Cretaceous magma activities of the Inner Zone of Southwest Japan.

Late Cretaceous igneous rocks are widely exposed in the western part of Honshu Island. These igneous rocks consist mainly of granitic rocks and felsic to intermediate volcanic rocks. We newly found a small gabbro stock (c. 1 km in diameter) with relatively primitive compositions in the central part of Yamaguchi Prefecture. The gabbro stock accompanies the Susuma-Nagaho granodiorite as coeval intrusive rocks. Therefore, we refer to both granodiorite and gabbro as the Susuma-Nagaho Plutonic Complex (SNPC, hereafter). The gabbro can be subdivided into fine-grained gabbro (Fn-gabbro) and coarse-grained cumulus gabbro (Co-gabbro). The Fn-gabbro has a high Mg-number similar to primitive basalt with negative eNd values corrected to 92 Ma although Cr and Ni contents are relatively low, which indicates that the basaltic magma may have been derived from enriched mantle. In consideration of the geochemical signatures including the Sr and Nd isotopic compositions, the enriched mantle characterized by negative eNd isotopic values would have existed underneath the Inner Zone of Southwest Japan during the Cretaceous.

キーワード：白亜紀後期、山陽帯、斑レイ岩、エンリッチマントル
Keywords: Late Cretaceous, San-yo Belt, Gabbro, Enriched mantole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析
Lithological variation of massive serpentinites in marginal zone of serpentinite body in Kamuikotan belt, Hokkaido, Japan: Analysis of advanced-boring cores for tunnel construction

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1]
*Shusaku Yamazaki[1], Kenji Okazaki[1], Toshiyuki Kurahashi[1]

1. 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute, National Research and Development Agency

北海道の神居古潭帯などの沈み込み帯の高圧変成岩類に付随して露出する蛇紋岩岩体は、沈み込み帯深部における物質循環プロセスを理解する上で重要な地質体である。近年では、海底に露出あるいは海底下から掘削された蛇紋岩類を最新の地質学的解析手法により解析することで、海洋底における蛇紋岩化プロセスが明らかとなりつつある。一方、陸上蛇紋岩類の研究においては、土壌・植生による被覆に加えて、蛇紋岩類は地表面での風化・変質による岩石自体の脆弱性による観察・試料採取の困難さから、地表踏査により脆弱部を含めた蛇紋岩岩体の内部構造の把握は困難な場合が多く、断片情報から岩相分布を把握している状況にある。これまで陸上蛇紋岩岩体の深部を直接観察・掘削した事例として、日本では蛇紋岩岩体を掘削したトンネル施工事例は30以上あり、各トンネルにおいて掘削断面の記載、蛇紋岩類の物性計測、地質断面図の作成が行われてきた。しかしながら、工学的な調査が主体であることから岩体の源岩構成や蛇紋岩化の度合いなどの詳細な地質背景は不明な点が多い。掘削技術が発達した近年においても、蛇紋岩岩体の掘削はしばしば難工事となることから、最新の地質学的調査・解析手法により、蛇紋岩類を新たに性状分類する必要があると考えられる。

筆者らは、蛇紋岩岩体を掘削したトンネル地質断面の再構築と蛇紋岩類の性状特性による細分類を主目的として、北海道の神居古潭帯の幌加内地域の鷹泊蛇紋岩岩体の縁辺部を掘削した幌加内トンネルを対象とし、掘削時に採取された連続水平コア試料（延長1241m）の解析を実施してきた。本報告では、トンネル掘削ルートに沿って、50～100m間隔で採取した塊状蛇紋岩類を対象に、コア・薄片観察および回折X線分析を実施し、源岩構成および蛇紋岩化プロセスについての解析結果を報告し、神居古潭変成岩類を伴う蛇紋岩岩体周辺部の岩相変化について考察を行う。

先行研究では鷹泊岩体主体部の蛇紋岩類は形態から、塊状、葉片状、粘土状蛇紋岩に区分され、源岩はハルツバージャイトを主体とし、一部にダナイトが帯状に分布すること、また、貫入岩・ブロックとして、いわゆる微閃緑岩と細粒斑れい岩の岩脈を多数伴うことが明らかとされている(Igarashi et al., 1985) 。本研究による、幌加内トンネルの水平コア試料の観察結果においても、主体部同様に塊状、葉片状、粘土状の蛇紋岩が識別された。岩体縁辺部の塊状蛇紋岩類は、主体部と同様に源岩はハルツバージャイトが主体であり、一部にダナイトを伴うことが明らかとなった。採取した塊状蛇紋岩類はすべて、完全に蛇紋石化しており、クロムスピネル以外の初性鉱物は残存していない。源岩組織として、輝石仮像を伴わないダナイト様組織、斜方輝石仮像を伴うハルツバージャイト様組織、他形の斜方輝石仮像を持つ集積岩様組織、スピネルの定向配列によるフォリエーション構造などの源岩構造が認められる。蛇紋石は、カンラン石や斜方輝石を交代する網目状アンチゴライトと、後期の繊維状のクリソタイル脈の形成が認められ、磁鉄鉱、ブルーサイトを伴う。岩体周辺部の特徴として、トンネル断面の西側、中央、東側で蛇紋岩化の様相が異なる。トンネル中央では源岩組織を良く残す一方、角閃岩が出現する西側境界付近では、炭酸塩鉱物（マグネサイト）に交代された塊状蛇紋岩が認められ、緑色片岩が出現する東側境界付近では、源岩組織が消失した濃緑色の塊状蛇紋岩が分布する。両境界

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

における塊状蛇紋岩の組織・鉱物組成の違いは、接触する神居古潭変成岩類との関係の違いなど、沈み込み帯における蛇紋岩化プロセスが異なる可能性を示唆している。

キーワード：蛇紋岩、神居古潭帯、ボーリングコア試料
Keywords: Serpentinite, Kamuikotan belt, Boring core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_28

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

岩石，鉱物，資源に関する発表を広く募集します．フィールド調査，高温高圧実験などの室内実験，新しい分析方法や探査技術，鉱物，火山岩，深成岩，変成岩，堆積岩，鉱床の形成プロセスの解明やモデル化などが主なテーマとしてあげられます．３学会の共催セッションとして多くの発表が集まり，単一学会ではできない議論や意見交換の場となることを期待します．

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション
Combined microspectroscopic characterization of a red-colored granite rock sample

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1]
*Katsuya Okada[1], Satoru Nakashima[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

佐賀県の天山花崗岩はぶどう石脈の周辺10mm程度に赤色化部分が見られる。しかし、この赤色化の原因物質がどこにどのような形態で存在しているのかはわかっていない。そこで、顕微可視・蛍光・ラマン分光測定と、低真空・非蒸着でのエネルギー分散型X線分光装置付き走査型電子顕微鏡（SEM-EDS）測定とを組み合わせたマッピング測定を行った。

暗視野可視光反射スペクトルから定量的な色値L*a*b*およびKubelka-Munk(KM)スペクトルを得た。a*が大きい赤色の部分はKMスペクトルの500~560 nmの吸収帯が大きい部分に対応しており、赤鉄鉱様鉄酸化物によるものと考えられる。一方、b*の大きい黄色の部分は450~500 nmの吸収帯が大きく、緑簾石によるものであると考えられる。SEM-EDS測定と比較すると赤色部はナトリウムまたはカリウム長石に対応していたが、鉄の濃度は0.5wt%より低いという結果が得られた。その部分のラマンスペクトルでは赤鉄鉱は確認できなかったが、天山花崗岩赤色長石のTEM観察ではサブミクロン微粒子が見られ，その一部の電子線回折パターンは赤鉄鉱のそれらと一致した。長石マトリックス中にサブミクロンの赤鉄鉱などの鉄酸化物が点在していると考えられる。

ぶどう石中にはおよそ2wt%の鉄が確認された。その部分でのKMスペクトルには430 nm付近にFe^{3+}の配位子場によると考えられる吸収帯が見られた。このことから、ぶどう石中の鉄はAl^{3+}を置換したFe^{3+}として結晶構造中に存在していることが示唆された。
様々な色を持つ造岩鉱物において、鉄の物理化学形態（Fe^{2+}かFe^{3+}か、酸化物か結晶構造中にあるのか、など）とその分布を非破壊で解析することは困難であるが、本研究で用いた複数の分光手法を組み合わせた測定は、非破壊での鉄のキャラクタリゼーションに有効と期待される。

キーワード：赤色花崗岩、赤鉄鉱、顕微可視分光、色値、吸収帯強度面積マップ、SEM-EDS
Keywords: red granite, hematite, visible microspectroscopy, color values, band area map, SEM-EDS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4]
*Mariko Nagashima[1], Daisuke Nishio-Hamane[2], Nobuhiko Nakano[3], Toshisuke Kawasaki[4]

1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 東京大学物性研究所、3. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4. 愛媛大学理学部
1. Graduate school of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 2. The institute for Solid State Physics, the University of Tokyo, 3. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 4. Faculty of Science, Ehime University

This is the first report of the crystal structure of mukhinite, V-analogue clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2V^{3+}Si_3O_{12}(OH)$ synthesized at 1.5 GPa and 800 ºC (Run 20). The study was performed to clarify the distribution of V^{3+} among structurally independent octahedral M1, M2 and M3 sites, and the effect of V^{3+} on the crystal structure. Although epidote-supergroup minerals occur widely in low- to medium-grade metamorphic mafic rocks, and hydrothermally altered rocks, clinozoisite- and allanite-subgroup minerals rich in V^{3+} are not common, and have been reported from restricted localities. Mukhinite from the Tashelginskoye iron ore deposit, southwestern Siberia, having the composition of $Ca_{2.0}(Al_{2.1}V_{0.8}Fe_{0.1})Si_{3.1}O_{12}(OH)$ has been regarded as a V^{3+}-analogue of clinozoisite (Shepel and Karpenko 1969). However, its crystal structure and V^{3+} distribution among octahedra have not been investigated. Several syntheses and/or phase-equilibrium studies on clinozoisite-subgroup minerals have been performed. To the best of our knowledge, there has been no investigation of synthetic V-bearing epidote-supergroup minerals.
Syntheses were performed under the conditions of 1.2-1.5 GPa and 600-800 ºC, and run duration 89-261 hours. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite (Czo) in all run products are associated with zoisite (Zo), and also coexist with V-bearing phases such as vanadomalayaite, goldmanite, V-oxides and unidentified Ca-Al-bearing vanadates. Czo and Zo were distinguished by using Raman spectra. As the result of submicroscopic texture observation by TEM, Zo in Run 19 product often contain Czo lamellae with several nm thickness, and they have epitaxial relationship as Zo[010]//Cz[010]. Czo and Zo in Run 20 product are generally separated, but in a few cases, they contact each other at boundaries. However, the phases in Run 20 do not have an epitaxial relationship, and Zo intergrowth with Czo is not observed. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite crystallized in the Run 20 product show a compositional gap between 0.33-0.74 V atoms per formula unit (apfu), and the V content attains 1.14 apfu. The co-existence of low V^{3+}- and high V^{3+}-clinozoisites indicates the presence of a miscibility gap at 1.5 GPa and 800 ºC. Two mukhinite crystals with 0.75 and 0.83 V^{3+} apfu were used for X-ray single-crystal structure analysis (hereafter, labelled as 20d and 20k). Structure refinements of the 20d and 20k crystals converged to R_1 values of 4.20% and 3.33%, respectively. The unit-cell parameters are a = 8.8995(2), b = 5.6299(1), c = 10.1532(2) Å, beta = 115.327(1)º, and V = 459.81(2) Å^3 for 20d, and a = 8.8999(1), b = 5.6357(1), c = 10.1499(1) Å, beta = 115.306(1)º, and V = 460.24(2) Å^3 for 20k. The resulting V^{3+} occupancies among the octahedral sites of 20d and 20k are $^{M1}(Al_{0.894(6)}V_{0.106})^{M2}(Al_{0.976(6)}V_{0.024})^{M3}(V_{0.621(6)}Al_{0.379})$ and $^{M1}(Al_{0.868(4)}V_{0.132})^{M2}(Al_{0.957(4)}V_{0.043})^{M3}(V_{0.652(2)}Al_{0.348})$, respectively. Site preference of V^{3+} at the octahedral sites is M3>M1>M2 as that of Fe^{3+} and Mn^{3+}. The intracrystalline partition coefficient of V^{3+} and Al^{3+} between the M1 and M3 sites, $K_D = (V^{3+}/Al)^{M1}/(V^{3+}/Al)^{M3}$, is 0.07-0.08, which is greater than those of Fe^{3+} and Al^{3+} (0.03-0.05) and of Mn^{3+} and Al^{3+} (0.04-0.06). Variations of the unit-cell parameters are strongly related to the variations of the M3-O*i* and M1-O*i* distances. The unit-cell volumes of mukhinites are similar to those of $Ca_2(Al,Fe^{3+})_3Si_3O_{12}(OH)$-epidote. However, it is noticed that the *a*-dimension is longer, and the *c*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

-dimensions shorter. The b angles of the mukhinites are also different from those of epidotes, but similar to those of Cr^{3+}-clinozoisite. Although the behavior of V^{3+} and its effect on the epidote-type structure are expected to be similar to those in the case of Fe^{3+} due to their similar ionic radii, some structural variations cannot be explained only in terms of the similarity of ionic radii between V^{3+} and Fe^{3+}.

キーワード：mukhinite、clinozoisite、synthesis、crystal chemistry、Raman spectroscopy、TEM
Keywords: mukhinite, clinozoisite, synthesis, crystal chemistry, Raman spectroscopy, TEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察
High temperature In-situ TEM observation of crystallization in Sakurajima volcanic glass

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1]
*Akira Miyake[1], Shota Okumura[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

Recently, it attracts attention that the enviroment TEM (transmission electron microscope) holders using MEMS (Micro electro mechanical sysytem) tecunique, which is one of the integrated technologies of semiconductor circuit and It is possible to in-situ and nanometer-scale observe and analyze using these enviroment TEM holders, e.g., heating, biasing, gas and liquid conditions.
In the present study, in-stu heating TEM experiment was carried out to observe the crystallization in volcanic glass using in-situ heating TEM holder (Wildfire D6, DENS solutions). Sample is the volcanic glass from Sakurajima volcano.
Experiment condition is that at first heating 23 degC to 1600 degC, which shows the set value, at 1 degC/sec, nextly keeping the 1160 degC for around 24 min, and finally cooling 1160 degC to 23 degC at 1 degC/sec. Because our previous temperature calbration experiments indicated that the actual temperature had the about 200 degC lower value than the setting temperature, it is thought taht 1160 degC, the setting temperature in this study, showed about 950 degC.
Many minerals crstallized in volcanic glass were observed in the in-situ experiments, although we could not observe just crystallization from glass at first unfortunately. During keeping the 1160 degC, we could observe that mineral disappeared and re-crystallization. After cooling, we identified these minerals crystallized at high temperature, and these minerals were magnetite (Fe3O4) and clinopyroxene (space group: C2/c).

キーワード：高温その場観察
Keywords: in-stu heating TEM experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

Timing of intrusion and Sr isotopic composition of granodiorite porphyrites in the Noko Island, western part of northern Kyushu

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3]
*Masaki Yuhara[1], Yoshinobu Kawano[2], Osamu Okano[3]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. 立正大学地球環境科学部環境システム学科、3. 岡山大学理学部地球科学科
1. Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, 2. Department of Environment Systems, Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University, 3. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Okayama University

北部九州西部，能古島に分布する北崎トーナル岩ならびに変成岩中に貫入する花崗閃緑斑岩岩脈（唐木田，1965；唐木田ほか，1994）は，記載岩石学的特徴，全岩化学組成の特徴から，花崗岩質マグマと北崎トーナル岩とは異なるトーナル岩質マグマの混合によって形成されたことが明らかになった（柚原，2017）．しかし，その貫入時期については不明であった．その後，岩脈の貫入時期に関する新たな産状を見出すとともに，Sr同位体比を測定した．本報告ではそれらの結果を報告する．

花崗閃緑斑岩岩脈は主に，能古島および周辺地域の北崎トーナル岩と変成岩中に認められる．花崗閃緑斑岩岩脈は，ランプロファイアーを包有し（柚原ほか，2007），ランプロファイアー岩脈に切られる．このことは，花崗閃緑斑岩岩脈とランプロファイアー岩脈がほぼ同時期に貫入したことを示唆する．ランプロファイアー岩脈からは，90.7±1.2 MaのK-Ar年代が報告されており（石橋ほか，2007），貫入年代と解釈されている．したがって，花崗閃緑斑岩岩脈もこの時期に貫入したと考えられる．両岩脈が北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈を切ることから，細粒花崗岩の活動はこれよりも古い．

組成変化図において，本花崗閃緑斑岩は，岩脈中の苦鉄質包有岩と北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈の間の組成を示す．苦鉄質包有岩は多くの元素で北崎トーナル岩の組成範囲内にあるが，MgO，Na_2O，Crに富み，Yにやや乏しい傾向にある．特に，SiO_2-A.S.I.図やMgO-Fe_2O_3*図では，細粒花崗岩，花崗閃緑斑岩，苦鉄質包有岩の形成するトレンドと，北崎トーナル岩の変化トレンドは大きく異なる．以上のことから，柚原（2017）は，本花崗閃緑斑岩は，花崗岩質マグマと苦鉄質包有岩の元となった北崎トーナル岩とは異なる組成を持つトーナル岩質マグマの混合により形成されたと考えた．

貫入時期と考えられる90.7 Maで年代補正した花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSr同位体比初生値（SrI）は，それぞれ0.70459～0.70487，0.70430～0.70466である．ランプロファイアーのSrIは0.70414である．これに対し，90.7 Maで年代補正したSr同位体比は，北崎トーナル岩で0.70435～0.70480，細粒花崗岩で0.70512～0.70580である．花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSrIは，細粒花崗岩よりも明らかに低いが，北崎トーナル岩の組成範囲内にあるだけでなく，北部九州白亜紀花崗岩類のSrI（0.70434～0.70681：大和田ほか，1999；柚原ほか，2005；川野・柚原，2008）の範囲内にあり，これらと区別することは困難である．これは，Sr同位体比組成の類似した起源物質から生成されたトーナル岩質マグマが関与しているためであると考えられる．ランプロファイアーのSrIは，これらよりも明らかに低いが，志賀島塩基性岩類（柚原ほか，2016）と類似している．

キーワード：花崗閃緑斑岩、ランプロファイアー、Sr同位体比、北崎トーナル岩、能古島、北部九州白亜紀花崗岩類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: granodiorite porphyrite, lamprophyre, Sr isotopic composition, Kitazaki Tonalite, Noko Island, Cretaceous granitic rocks in northern Kyusyu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2]
*Ayu Yamazaki[1], Tetsuo Kawakami[1], Fumiko Higashino[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate school of Science, Kyoto University , 2. Graduate school of Environmental Studies, Tohoku University

A composite dike with a width of about 3 m discordantly intrudes to the gneissose structure of pelitic and psammitic migmatites in Hakusan-cho, Mie Prefecture (Ryoke belt, SW Japan). This composite dike has silicic margin of about 15 cm in width and mafic rocks in its center in the form of discrete pillows of about 5-30 cm in width, representing coexistence of silicic and mafic magmas. This study aims to discuss how the composition of these magmas changed through magma mingling, magma mixing and chemical diffusion by observing microtextures indicative of magma mixing and spatial change of mineral compositions.

The silicic host rock more than 3 cm distant from the mafic pillow consists of plagioclase + biotite + quartz + K-feldspar + garnet. Silicic host rock in the vicinity of the mafic pillows shows the mineral assemblage of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar with minor garnet. On the other hand, the mafic pillows mainly consist of two parts, hornblende-bearing and hornblende-free domains. The hornblende-bearing domain mainly consists of plagioclase + hornblende + biotite + quartz ±K-feldspar. The hornblende-free domain, commonly developed in between the hornblende-bearing domain and the silicic host, mainly consists of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar.

Some microtextures indicative of magma mixing (e.g. acicular apatites, rapakivi feldspars, “anorthite spikes” in plagioclase) (Hibbard, 1991; Baxter and Feely, 2002) were found both from the mafic pillows and from the silicic host in the vicinity of them. Especially in felsic back veins developed in the mafic pillows, coarse-grained plagioclase shows a zonal inclusion arrangement of quartz and biotite. A number of acicular apatite crystals are included in and outside the inclusion arrangement, whereas no apatite inclusion is present inside the inclusion arrangement. This microtexture is considered as evidence of local magma mixing in felsic back veins.

When focusing on one pair of a discrete pillow and its silicic host, systematic change in mineral composition is observed in the silicic host and the mafic pillow as a distance from the mafic pillow: From the silicic host to the mafic pillow, anorthite value of fine-grained plagioclase, $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio, Cl and TiO_2 concentrations of biotite gradually approach to the value observed in the mafic pillow. These chemical trends indicate that magma composition changed prior to the crystallization of these minerals. Observation of the sharp silicic host/mafic pillow boundary and rare occurrence of magma mixing textures both in silicic and mafic rocks suggests that chemical diffusion across the interface between the two magmas played an important role before mechanical mixing.

In a larger scale, 3 different mafic pillows in different positions of the vein (about 10 cm, 20 cm and 160 cm distant from the dike wall) show different $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende. The mafic pillow at 10 cm and that at 20 cm have similar $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende, whereas mafic pillow at 160 cm-distance has higher $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio than them. This indicates the difference in the degree of chemical exchange between the silicic host and the mafic pillows as a distance from the vein wall.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代
Petrography and Zircon U-Pb ages of the Ryoke Granitoids distributed in the Takanawa Peninsula, Ehime Prefecture.

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2]
*Kazuya Shimooka[1], Satoshi SAITO[1], Kenichiro Tani[2]

1. 愛媛大学理工学研究科、2. 国立科学博物館地学研究部
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science

１．はじめに

愛媛県北部に位置する高縄半島には、多様な岩相・岩質からなる領家帯花崗岩類が分布しており、宮久・平岡(1970)、越智(1982)などにより岩石記載や岩相区分がなされてきた。越智(1982)は、本地域の花崗岩類をトーナル岩質岩の3岩体、花崗閃緑岩の4岩体、花崗岩の7岩体に区分し、貫入形態から示唆される前後関係から、トーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の順に形成したことを指摘した。しかしKagami et al. (1988)は、これらの岩体が93.1±2.9 MaのRb-Sr全岩アイソクロンを形成することから、白亜紀後期のほぼ同時期に形成された可能性を示した。一方、吉倉ほか(2004)は当地域の花崗岩類を13の岩型に区分した上で、第１期(片麻状トーナル岩~花崗閃緑岩)、第2期(塊状花崗閃緑岩)、第3期(塊状アダメロ岩~花崗岩)に大別し、第1期および第2期の花崗岩類に第3期の花崗岩類が貫入しているとした。しかしながら、それらのジルコン(単粒子)U-Pb年代は、第3期の花崗岩類（96.7±0.7 Ma）が第1期および第2期の花崗岩類（それぞれ91.4±0.2 Maと91.0±0.2 Ma）より有意に古い年代を示し、時階区分と矛盾することを報告している。このように、高縄半島に分布する領家花崗岩類については、その形成年代や岩相区分、貫入関係等について見解が収束しておらず、さらに十分な検討がなされる必要がある。そこで本研究では、当地域の領家花崗岩類について岩石記載をおこなうとともに、新たにジルコンU-Pb年代測定を行い形成年代の検討を行なった。

２．岩石記載

本研究では、越智(1982)の岩体区分に基づき、岩石試料採集と薄片観察を行った。モード測定による鉱物構成量比から、越智(1982)のトーナル岩質岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗閃緑岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗岩は多くが花崗岩の組成をそれぞれ持つことが確認された。また、トーナル岩質岩から花崗閃緑岩、花崗岩への組成変化につれて、色指数が低くなる傾向が認められた。

３．ジルコンU-Pb年代

越智(1982)の区分に基づき、トーナル岩質岩（高縄岩体）、花崗閃緑岩（北条岩体）、花崗岩（糸山岩体）の試料からジルコンを分離した。これらの岩相は、片麻状トーナル岩、塊状花崗閃緑岩、塊状花崗岩であり、それぞれ吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期に相当するものと考えられる。ジルコンのカソードルミネッセンス像観察から、明瞭な波動累帯構造を示すリム部を選び、国立科学博物館設置のLA-ICP-MS によりU-Pb年代測定を行った。その結果、トーナル岩質岩について約94 Ma、花崗閃緑岩について約89 Ma、花崗岩について 約94 Maの年代を得た。

４．議論

本研究のモード測定による岩石分類は、越智(1982)と概ね一致する。一方、越智(1982)で貫入形態から指摘されたトーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の活動順に対し、本研究のジルコンU-Pb年代は、花崗閃緑岩がトーナル岩質岩および花崗岩より有意に若い。また、吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期のジルコン(単粒子)U-Pb年代と比べても、それぞれ本研究で得られた年代はやや異なる。当地域における白亜紀後期花崗岩質マグマ活動の詳細を明らかにするためにはさらなる年代データの蓄積が必要であるが、本研究結果からは、約94 Maのトーナル岩質岩および花崗岩の形成と、それに引き続く約89 Maの花崗閃緑岩の形成といった複数のマグマ活動が示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：領家帯、花崗岩類、高縄半島
Keywords: Ryoke belt, Granitoids, Takanawa Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用
Neoproterozoic arc magmatism and high-grade metamorphism of the basement rocks in southern Malawi

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1]
*Toshiaki Tsunogae[1], Sam Uthup[1], Mzee Wandembo Nyirongo[2], Md. Sazzadur Rahman[1], Yusuke Takamura[1], Kazuki Takahashi[1]

1. 筑波大学、2. マラウイ科学技術大学
1. University of Tsukuba, 2. Malawi University of Science and Technology

The basement rocks in southern Malawi form part of the Mozambique Belt (or the southern Irumide Belt) that correspond a typical example of Neoproterozoic collisional orogens in southeastern Africa. The dominant lithologies in Lilongwe-Zomba-Blantyre area in southern Malawi are biotite gneiss (biotite + quartz + microcline + plagioclase), charnockite (orthopyroxene + K-feldspar + quartz + plagioclase + ilmenite + magnetite), and mafic granulite (plagioclase + clinopyroxene + garnet + calcic amphibole + quartz + orthopyroxene + ilmenite) which are intruded by syenite (K-feldspar + calcic amphibole + biotite + quartz + clinopyroxene) and granite (quartz + K-feldspar + plagioclase + biotite). Garnet in the mafic granulite is often mantled by plagioclase + orthopyroxene coronae, suggesting post-peak decompression. Phase equilibria modeling of the mafic granulite in the system NCKFMASHTO yielded the peak metamorphic condition of 800-920 °C and ~10 kbar with a clockwise *P-T* evolution. Major, minor, and REE geochemical data for selected felsic orthogneisses suggest arc-magmatic signatures of the rocks. The results of this study suggest that the orthogneisses in southern Malawi corresponds to a Neoproterozoic magmatic arc unit that was probably metamorphosed at high- to ultrahigh-temperature conditions during the latest Neoproterozoic East-African and Kuunga orogens.

キーワード：モザンビーク帯、クーンガ造山帯、東アフリカ造山帯、グラニュライト、相平衡モデリング
Keywords: Mozambique Belt, Kuunga Orogen, East African Orogen, Granulite, Phase equilibria modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2]
*Takehiro Hirayama[1], Tomoyuki Shibata[1], Masako Yoshikawa[1], Yasutaka Hayasaka[1], Keiji Takemura[2]

1. 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 京都大学
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Kyoto university

The Hime-shima volcanic group is composed of seven volcanoes; Oomi, Yahazudake, Kane, Ukisu, Shiroyama, Darumayama and Inazumi volcano, and is located offing of Kunisaki Peninsula, western Seto Inland Sea. The Philippine Sea Plate (PSP) is subducting under this island. It is thought that the volcanic rocks of the Himeshima volcanic groups were formed by magma mixing of dacite magma and rhyolitic magma, on the bases of disequilibrium amphibole in rhyolite and the linear trends of major element contents with the increasing in SiO_2 contents. According to their high Sr/Y ratios (some 100), low Y contents (< 14.3 ppm) and low $^{87}Sr/^{86}Sr$ rations (0.7037), the source material for dacitic endmember was inferred as partial melt of subducted PSP (Shibata et al. 2014). On the other hand, contributions of crustal materials are suggested from the existence of crustal xenoliths in the dacite (Shibata et al., 2014, 2016) and residual material of metapelite in the rhyolite (Hirayama et al., 2018). However, quantitative discussion for genesis of rhyolitic endmember have not been made. Therefore, we determined trace element compositions of rhyolites and major and trace element compositions of the crustal xenoliths in order to discuss the genesis of rhyolite magma. Additionally, we determined the U-Pb zircon age of the xenoliths to know their origin.

Trace element Primitive Mantle (PM)-normalized patterns of rhyolite from Hime-shima volcanic group is characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. According to their relationship between Sr/Y ratio and Y content, rhyolite from Hime-shima volcanic group have Sr/Y ratio (< 10) and Y content (< 15 ppm). Rhyolite from Hime-shima volcanic group cannot be classified as adakite and island-arc andesite-dacite-rhyolite. Geochemical features of the rhyolite have high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Zr content (30 ppm) and high Nb content (15 ppm).

Petrography of xenoliths from Hime-shima volcanic group is similar to that of basement rocks of Ryoke metamorphic rocks and granites from Kunisaki peninsula. U-Pb ages of zircon grains from metapelite are ca. 100 –110 Ma. These ages show agreement with ages of U-Pb zircon in metamorphic rocks from Ryoke metamorphic belt. Geochemical features of these xenoliths have wide Zr contents (20 –100 ppm), low Nb contents (< 10 ppm), high Y contents (> 15 ppm) and low Sr/Y ratios (< 40 ppm), although the xenolith of basaltic andesite shows high Sr/Y ratio of 90. As results of comparing the geochemical compositions between rhyolite and xenoliths from Hime-shima volcanic group, we think that there is no genetic relationship between the xenoliths and rhyolite.

We examined the genesis of xenoliths from Hime-shima volcanic group are from rocks composed with Ryoke metamorphic belt, because Ryoke metamorphic belt, which is composed of metamorphic rocks, diorites and granites, is under Hime-shima. We compared geochemical features of granites from Ryoke metamorphic belt (Ryoke granites, Yuhara, 1994) with rhyolites from Hime-shima. Trace element PM-normalized patterns of the granites have similar to those of rhyolite from Hime-shima volcanic group,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

which are characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. Geochemical compositions of the Ryoke granites have high Rb/Sr ratios (0.5 - 1.5), low Sr/Y ratios (10 - 20), wide composition range of Y contents (12 - 35 ppm) high Nb concentrations (10 - 20 ppm) and wide composition range of Zr contents (50 - 250 ppm). The chemical features of the rhyolite from Hime-shima volcanic group have high Nb (> 15 ppm), high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Y content (< 10 ppm), low Sr/Y ratio (< 10) and low Zr content (< 50 ppm). These chemical features share rhyolites in Hime-shima volcanic group with the Ryoke granites. Therefore, it is interpreted that the rhyolites from Hime-shima volcanic group was derived from crustal material, which compositions is similar to the Ryoke granites.

キーワード：姫島火山群、捕獲岩、流紋岩
Keywords: Hime-shima volcanic group, Xenolith, Rhyolite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討
Petrological study on the intrusive contact of a Setouchi volcanic rock dike in the Nakajima Island, Ehime Prefecture

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2]
*Taiki Omori[1], Satoshi SAITO[2]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学理工学研究科
1. Department of Earth Science, Faculty of Science, Ehime University , 2. Department of Earth Science, Graduate Schoole of Science, Ehime University

１.はじめに
瀬戸内火山岩類は中新世に活動した高Mg安山岩（HMA）の産出で特徴づけられる火山岩類であり、松山周辺では高縄半島から防予諸島にかけて広く分布する。防予諸島の一島である中島には、領家変成岩類貫入する領家花崗岩類や、それらに岩頸・岩脈状の瀬戸内火山岩類が貫入する産状が多数認められる。本研究では中島南西部で観察された、火山岩類と母岩の花崗岩類との貫入境界部で両者が混在する特徴的な産状に着目し、詳細な岩石記載と全岩化学分析によりその形成過程を検討した。
２.研究手法
野外調査により産状観察、試料採集を行った。貫入境界からの距離に応じた火山岩類の組成変化を検討するため、境界から28mの範囲で火山岩類の詳細な試料採集を行った。室内実験として、薄片作成・偏光顕微鏡観察による岩石記載、SEM-EDS分析、XRFを用いた全岩主要・微量元素組成分析を行った。
3. 結果・考察
観察した露頭の火山岩類はその多くがHMA組成を持つ。野外観察から、火山岩類は貫入境界付近の花崗岩岩片を多く含む混在部（0～1m）、花崗岩由来の鉱物片が点在する均質部（1～10m）、安山岩角礫や花崗岩角礫を多数含む角礫部（10m以降）へと漸移する。当露頭における火山岩類の全岩化学組成の距離に対する変化を検討した。火山岩類のSiO_2含有量は貫入境界近傍において急激に上昇するなど、多くの元素について母岩の花崗岩との混合が示唆される組成変化を示す。しかしながら、火山岩類のAl_2O_3含有量に関しては境界部近傍において急激に上昇し、火山岩類より低いAl_2O_3含有量を持つ母岩の花崗岩類との混合では説明できない。また、火山岩類に含まれる花崗岩ゼノリスには、パイロ変成作用に伴う部分溶融により形成されたと解釈されるガラスが鉱物粒間にしばしば認められるが、SEM-EDS分析により得られたガラスのAl_2O_3含有量も火山岩類のAl_2O_3含有量より低い。したがって、もしマグマ貫入時に母岩由来部分溶融メルトの選択的混合が起きたとしても、貫入境界付近の高いAl_2O_3含有量を説明することができない。
一方、HMA組成をもつ均質部の岩相は、顕微鏡下では花崗岩由来の長石・石英片の他に、かんらん石と単斜輝石の斑晶が多く認められる。貫入境界付近（混在部）から花崗岩片を取り除いた火山岩試料が、急冷により貫入時のマグマ組成を保持したものと仮定し、マスバランス計算により花崗岩由来の長石・石英の混入と、マグマ由来のかんらん石・単斜輝石の濃集により均質部の全岩化学組成が再現可能かどうか検討した。その結果、均質部の全岩化学組成は、平均して斜長石6%・石英1%の混入と、かんらん石7%・単斜輝石5%の濃集により説明できることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：瀬戸内火山岩類、愛媛県中島
Keywords: Setouchi volcanic rocks, Nakajima Island, Ehime Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4]
*AIKO HAYAUCHI[1], Daisuke Sasakura[1], Hisato Yasuda[2], Shinya Nakamura[3], Sho Kimura[3], Shohei Noda[4]

1. スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2. 高知大学、3. 琉球大学、4. 東京理科大学
1. Malvern Panalytical division of Spectris Co., Ltd, 2. Kochi University, 3. UNIVERSITY OF THE RYUKYU, 4. TOKYO UNIVESITY OF SCIENCE

1. Introduction
Flock is an aggregate in which fine particles such as clay and silt gathered loosely. It exists in the seabed for example. Research on flocs has been carried out on site and/or real samples, and many are observational approaches. There we tried analysis from a micro viewpoint for making floc simulation samples and reported about relationship between sample particle feature and how ease to be floc last year.
But we didn’ t care flocculant concentration in that report. Flocculant concentration must be important factor to discuss with making a simulated floc. Therefore we focused on influence of flocculant concentration to floc characteristic in this study.

2. Material and method
Kaolin as a model sample and Eb-a(Hayashi Co., Ltd.) as a flocculant for simulated floc preparation were used. Eb-a water solution concentration was 0%, 0.1%, 0.01%, 0.01% and 0.0001%. 0.05% sample water solution was prepared with each Eb-a water solution.
One of famous parameter of solution stability evaluation is zeta potential. Zeta potential was measured with Zetasizer nano ZSP (Malvern Instruments). Particle size distribution (incl. floc size distribution) was measured with Mastersizer 3000 (Malvern Instruments) which is laser diffraction system. Mastersizer 3000 is circulation system. In other hand, Morphologi 4 (Malvern instruments) which is a statistical particle image analysis system was also used for measuring particle size distribution. Morphologi 4 is not circulation system, so we can know original floc size distribution and we can see floc as well because Morphologi 4 is imaging system.

3. Result
Zeta potential in each flocculant concentration is shown in Table 1. In general, the system is stable when the zeta potential absolute value is over 20mV. Zeta potential in Eb-a concentration 0%, 0.001% and 0.0001% were around -60mV. It means that these systems are very stable and it indicates that it is difficult to occur flocculation in these situations. In the other hand, zeta potential absolute value in Eb-a concentration 0.01%, 0.1% and 1% were under 10mV, so that these indicate easy to occur flocculation.
The floc size measured by Mastersizer3000 is shown in Table 2. At The size was measured with 1500rpm/stirring speed at first, then was measured with change to 2500rpm/stirring speed. Comparing each Dv90 on 1500rpm, higher Eb-a concentration showed bigger floc size. In terms of toughness of floc, comparing the ratio of Dv90 on 1500rpm to Dv90 on 2500rpm was 1% Eb-a (0.54), 0.1% Eb-a (65%) and 0.01% Eb-a (75%). This is a result indicating that 0.01% Eb - a was the least fragile among these three samples. Also interestingly, Dv10 on 2500rpm was 0.01% Eb-a (18um), 0.1% Eb-a (9.6um) and 1% Eb-a (5.1um).
The floc size was measured by Morphlogi 4 as well. These data will discuss indetail on that day.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4. Conclusions

The results show flocculation concentration is one of important factor to make simulated floc. We will continue to study to make clear which factor important to make simulated floc.

キーワード：フロック、凝集剤、ゼータ電位、粒子径分布、イメージング
Keywords: floc, flocculation, zeta potential, particle size distribution, imaging

Eb-a(%)	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
Zeta Potential (mV)	-58.0	-59.4	-57.9	-9.62	-1.03	0.119

Table 1: Zeta potential in each flocculant concentration

Eb-a(%)	stirre speed	Dv10(μm)	Dv50(μm)	Dv90(μm)
1	1500rpm	14.6	62.5	155
1	2500rpm	5.06	25.0	83.3
0.1	1500rpm	12.4	42.4	106
0.1	2500rpm	9.64	30.3	68.5
0.01	1500rpm	19	45.2	87.6
0.01	2500rpm	17.6	36.3	65.6
0	1500rpm	2.69	6.11	14.9

Table 2: Floc size

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1]
Angela Lynett Bokuik[1], *Takashi Hoshide[1]

1. 秋田大学国際資源学部
1. Faculty of International Resource Sciences, Akita University

The Morobe Granodiorite is a composite batholith comprising of monzodiorite, monzonite, quartz monzonite, granite, granodiorite, diorite and gabbro. Mafic Microgranular Enclaves (MME) are abundant in the intrusion. The mineral assemblage of the Morobe Granodiorite comprises of hornblende, biotite, plagioclase, alkali feldspar and quartz with accessory minerals of titanite, apatite, magnetite and ilmenite. The rocks have a variety of texture, such as poikilitic, cumulous and porphyritic. The MME also has a similar mineral assemblage and texture to its host however, it is abundant in mafic minerals hornblende and biotite.

Mineral compositions for amphibole of the granodiorite and MMEs are similar, implying similar magma environment. By the iteration calculation using a geobarometer (Anderson and Smith, 1995) and a geothermometer (Blundy and Holland, 1990), we estimated the crystallization temperature of 597-766˚C and the maximum crystallization pressure of 3.6 kbar. Crystallization conditions from the MME yield higher temperature (812˚C) and pressure (5.3 kbar) to its host, which implies MMEs represent the deeper hotter parts of the same magma chamber of which the MME and host formed.

The geochemical signature of the Morobe Granodiorite represent calc-alkaline and metaluminous nature typical of I-type granites. The variations of major elements in the Harker diagram can be best explained by fractionation mainly of hornblende and plagioclase. The interpretation is consistent with the textural variations of the rocks. Low $FeO^T/(FeO^T + MgO)$ ratios and high Mg-number for granodioritic rocks suggest magma originated from partial melting of the lower mafic crust. This magma was contaminated upon ascent wall rock assimilations of the host rock Owen Stanley Metamorphic. This can be seen as Na_2O vs SiO_2 and K_2O vs SiO_2 variation diagrams.

キーワード：モロベ花崗閃緑岩体、苦鉄質細粒包有岩、分別結晶作用
Keywords: Morobe Granodiorite, mafic microgranular enclaves, fractional crystallization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2]
*Shogo Kodama[1], Masaaki Owada[1], Teruyoshi Imaoka[1], Atsushi Kamei[2]

1. 山口大学、2. 島根大学
1. Yamaguchi University, 2. Shimane University

Cretaceous to Paleogene igneous rocks are widely exposed in the Inner Zone of Southwest Japan where the granitic rocks have been divided into the San-in, San-yo, and Ryoke Belts on the basis of their lithologies, geochemical compositions, magnetic susceptibility and associated ore deposits (Ishihara, 1971). The San-yo and Ryoke Belts belong to the ilmenite-series granitic rocks, but the San-in Belt corresponds to the magnetite-series ones (Ishihara, 1977). According to Sr isotopic compositions, Kagami et al. (1992) classified these granitic rocks into the North Zone , South Zone, and Transitional Zone situated between the North and South Zones. The granitic rocks from the Transitional and South Zones show negative eNdI values (Kagami et al., 1992); however, the isotopic compositions of granitic rocks would serve only as proof for the bulk of the continental crust (Jahn, 2010). This means that those data are unlikely to provide us with mantle signatures. Imaoka et al. (2014) described the Early Cretaceous lamprophyer (c. 105 Ma) from the Kyoto district. The Kyoto lamprophyres geochemically show enriched signatures with positive and negative eNdI values corrected to 105 Ma. In consideration of the geochemical signatures and tectonic setting, Imaoka et al. (2014) concluded that the Kyoto lamprophyre was derived from heterogenous enriched mantle created by the subduction of the oceanic crust. Aspects of the existence of enriched mantle, however, are still unclear, such as in regard to its regional extension and duration for the Cretaceous magma activities of the Inner Zone of Southwest Japan.

Late Cretaceous igneous rocks are widely exposed in the western part of Honshu Island. These igneous rocks consist mainly of granitic rocks and felsic to intermediate volcanic rocks. We newly found a small gabbro stock (c. 1 km in diameter) with relatively primitive compositions in the central part of Yamaguchi Prefecture. The gabbro stock accompanies the Susuma-Nagaho granodiorite as coeval intrusive rocks. Therefore, we refer to both granodiorite and gabbro as the Susuma-Nagaho Plutonic Complex (SNPC, hereafter). The gabbro can be subdivided into fine-grained gabbro (Fn-gabbro) and coarse-grained cumulus gabbro (Co-gabbro). The Fn-gabbro has a high Mg-number similar to primitive basalt with negative eNd values corrected to 92 Ma although Cr and Ni contents are relatively low, which indicates that the basaltic magma may have been derived from enriched mantle. In consideration of the geochemical signatures including the Sr and Nd isotopic compositions, the enriched mantle characterized by negative eNd isotopic values would have existed underneath the Inner Zone of Southwest Japan during the Cretaceous.

キーワード：白亜紀後期、山陽帯、斑レイ岩、エンリッチマントル
Keywords: Late Cretaceous, San-yo Belt, Gabbro, Enriched mantole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析
Lithological variation of massive serpentinites in marginal zone of serpentinite body in Kamuikotan belt, Hokkaido, Japan: Analysis of advanced-boring cores for tunnel construction

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1]
*Shusaku Yamazaki[1], Kenji Okazaki[1], Toshiyuki Kurahashi[1]

1. 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute, National Research and Development Agency

北海道の神居古潭帯などの沈み込み帯の高圧変成岩類に付随して露出する蛇紋岩岩体は、沈み込み帯深部における物質循環プロセスを理解する上で重要な地質体である。近年では、海底に露出あるいは海底下から掘削された蛇紋岩類を最新の地質学的解析手法により解析することで、海洋底における蛇紋岩化プロセスが明らかとなりつつある。一方、陸上蛇紋岩類の研究においては、土壌・植生による被覆に加えて、蛇紋岩類は地表面での風化・変質による岩石自体の脆弱性による観察・試料採取の困難さから、地表踏査により脆弱部を含めた蛇紋岩岩体の内部構造の把握は困難な場合が多く、断片情報から岩相分布を把握している状況にある。これまで陸上蛇紋岩岩体の深部を直接観察・掘削した事例として、日本では蛇紋岩岩体を掘削したトンネル施工事例は30以上あり、各トンネルにおいて掘削断面の記載、蛇紋岩類の物性計測、地質断面図の作成が行われてきた。しかしながら、工学的な調査が主体であることから岩体の源岩構成や蛇紋岩化の度合いなどの詳細な地質背景は不明な点が多い。掘削技術が発達した近年においても、蛇紋岩岩体の掘削はしばしば難工事となることから、最新の地質学的調査・解析手法により、蛇紋岩類を新たに性状分類する必要があると考えられる。

筆者らは、蛇紋岩岩体を掘削したトンネル地質断面の再構築と蛇紋岩類の性状特性による細分類を主目的として、北海道の神居古潭帯の幌加内地域の鷹泊蛇紋岩岩体の縁辺部を掘削した幌加内トンネルを対象とし、掘削時に採取された連続水平コア試料（延長1241m）の解析を実施してきた。本報告では、トンネル掘削ルートに沿って、50～100m間隔で採取した塊状蛇紋岩類を対象に、コア・薄片観察および回折X線分析を実施し、源岩構成および蛇紋岩化プロセスについての解析結果を報告し、神居古潭変成岩類を伴う蛇紋岩岩体周辺部の岩相変化について考察を行う。

先行研究では鷹泊岩体主体部の蛇紋岩類は形態から、塊状、葉片状、粘土状蛇紋岩に区分され、源岩はハルツバージャイトを主体とし、一部にダナイトが帯状に分布すること、また、貫入岩・ブロックとして、いわゆる微閃緑岩と細粒斑れい岩の岩脈を多数伴うことが明らかとされている(Igarashi et al., 1985) 。本研究による、幌加内トンネルの水平コア試料の観察結果においても、主体部同様に塊状、葉片状、粘土状の蛇紋岩が識別された。岩体縁辺部の塊状蛇紋岩類は、主体部と同様に源岩はハルツバージャイトが主体であり、一部にダナイトを伴うことが明らかとなった。採取した塊状蛇紋岩類はすべて、完全に蛇紋石化しており、クロムスピネル以外の初性鉱物は残存していない。源岩組織として、輝石仮像を伴わないダナイト様組織、斜方輝石仮像を伴うハルツバージャイト様組織、他形の斜方輝石仮像を持つ集積岩様組織、スピネルの定向配列によるフォリエーション構造などの源岩構造が認められる。蛇紋石は、カンラン石や斜方輝石を交代する網目状アンチゴライトと、後期の繊維状のクリソタイル脈の形成が認められ、磁鉄鉱、ブルーサイトを伴う。岩体周辺部の特徴として、トンネル断面の西側、中央、東側で蛇紋岩化の様相が異なる。トンネル中央では源岩組織を良く残す一方、角閃岩が出現する西側境界付近では、炭酸塩鉱物（マグネサイト）に交代された塊状蛇紋岩が認められ、緑色片岩が出現する東側境界付近では、源岩組織が消失した濃緑色の塊状蛇紋岩が分布する。両境界

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

における塊状蛇紋岩の組織・鉱物組成の違いは、接触する神居古潭変成岩類との関係の違いなど、沈み込み帯における蛇紋岩化プロセスが異なる可能性を示唆している。

キーワード：蛇紋岩、神居古潭帯、ボーリングコア試料
Keywords: Serpentinite, Kamuikotan belt, Boring core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

活断層は，数千年～数万年に1回といったごく低頻度で大地震を起こし周辺の環境を破壊する。他方、大地震（断層運動）を起こさない大部分の期間（平常時）においては、断層運動の蓄積によって形成される独特の地形や水理地質構造等によって，特有の環境（山地・盆地・構造湖・温泉・鉱床等）を形成・維持する。一般に，活断層の存在は，環境破壊要因として認識されるが，平常時における環境形成・維持要因としての活断層についても理解を深める必要がある。本セッションでは，環境の形成・維持要因としての活断層の役割やその調査方法等についての幅広い話題を歓迎する。

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

琵琶湖湖底における熱流量測定
Heat flow measurement in Lake Biwa

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2]
*Hideki Hamamoto[1], Makoto Yamano[2]

1. 埼玉県環境科学国際センター、2. 東京大学地震研究所
1. Center for Environmental Science in Saitama, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

琵琶湖の湖底には断層が存在していると考えられ、その周辺において水とガスの湧出が観察されている。熱流量は、このような流体の湧出を調べるひとつの手掛かりになる。これまでの先行調査では琵琶湖の2地点で熱流量が測定されている。ひとつは湖底の掘削孔で50 mW/m^2、もうひとつは湖岸に位置する掘削孔で44 mW/m^{2}である。周辺地域での測定値も考慮すると、琵琶湖地域における流体流動による影響のないバックグラウンド熱流量値は50 mW/m^{2}程度と推定される。

我々は、2010年に滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの調査船（当時）「はっけん号」を使って、琵琶湖北西部の最深部付近の5地点で熱流量測定を行った。この測定には深海底で通常用いられる熱流量プローブを使用した。プローブの長さは1.5及び3.0 mで、7個のセンサーが取り付けられている。琵琶湖の最大水深は約100 mであり、湖底水温の変動が大きいことが知られている。そのため湖底から数mの地下温度も湖底の水温変動による擾乱を受けていることになる。実際、プローブによって測定された温度プロファイルは、いずれも水温変動によって明らかに乱されたものであった。このうち、ガス湧出が観察された近くの1点で測定した温度プロファイルは、極めて高い温度勾配（～300 mK/m）を示した。これは、水温変動の影響を考えに入れても、明らかに異常に高い値である。流体の流れは移流による熱流の異常を引き起こすことから、我々はこの高い値は堆積物中の上昇流によるものと解釈している。しかし、水深が浅く水温変動が大きい場所においては、深海用の熱流量プローブによる測定では信頼性に限界がある。信頼性の高い熱流量値を得るためには、長期温度モニタリングを実施し、水温変動の影響を考慮した解析を行うことが有用である。さらに長期温度データの解析により、流体の流速も推定することが可能である。今後、琵琶湖湖底の断層に関連する流体の流れを解明していくには、信頼性の高い熱流量測定を高密度で行うことが必要と考えられる。

キーワード：熱流量、琵琶湖、水温変動
Keywords: Heat flow, Lake Biwa, Bottom water temperature variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度
Shallow Resistivity Structure across the Futagawa-Fault Nishihara Area and the Reliability

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3]
*Tada-nori Goto[1], Hisatoshi Koji[1], Sota Kawaguchi[1], Satoru Yamaguchi[2], Yuto Yamalaka[2], Daigo Furukawa[2], Koki Aizawa[3]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University

2016年熊本地震では、地表面に多数の地表地震断層が発生した。これらは活断層として既に知られていた布田川断層に沿って分布している。このうち熊本県西原村においては、布田川断層は東西に並走する2条の活断層に分岐しており、このうち南側の地表トレースにおいて明瞭な変位が観測された。またInSARによる解析結果からは、2条の布田川断層に挟まれた地域で大きな変形が推測されている（Fujiwara et al., 2016）。InSARの結果ではさらに、布田川断層よりも南方に線状の地表破壊帯が認められているが、これは既に知られている活断層には相当していない。このように西原村地域では2016年熊本地震時の地表変位・破壊の分布は複雑であり、その要因は活断層沿いの地質構造の複雑さに起因するものと推測される。しかしながら、本地域での活断層周辺の浅部構造は明らかになっていない。

本研究では、布田川断層西原村地域において電磁探査（AMT探査）を実施し、地下浅部の比抵抗構造を解明した。使用機器はPhoenix Geophysics社製MTU-5Aである。観測点は合計で14点であり、布田川断層を南北方向にまたぐ測線上に配置されている。このうち11点で良好なMT応答関数を得ることができたため、Uchida and Ogawa (1993)によるABIC平滑化制約付きインバージョンを用いて2次元比抵抗モデルを作成した。スタティックシフトに関しては、Zssqの位相が空間的になだらかに変化する特徴を利用して、見掛比抵抗に空間平滑化を適用して補正を行った。

得られた地下比抵抗構造では、東西に並走する2条の布田川断層の両方に沿って、地下低比抵抗帯（地表直下～深さ500m以上）が存在することが明らかになった。2条の布田川断層のうち、北側の低比抵抗帯は北落ち60度程度で傾斜しており、地表での地質調査の結果と整合的である。一方、南側の低比抵抗帯は北側より規模が大きく（幅400m程度）、南傾斜の特徴を示した。これらの断層沿いの低比抵抗帯の信頼度について、主成分分析法とマルコフ連鎖モンテカルロ法に基づく評価（小路・後藤, 2019）を実施した。その結果、布田川断層から南傾斜で伸びる低比抵抗帯には感度が高いことが明らかとなった。このような2条の低比抵抗帯の存在や、そのうち1つが南傾斜である特徴は、これまでの地球物理学的・地質学的な調査結果では得られてないが、前述のInSARの解析結果とよく整合していることから、妥当な結果であると考えられる。結論としては、活断層における地表変位や地震動の理解や推定には、本研究のような活断層浅部の構造調査が重要であると考えられる。

キーワード：熊本地震、布田川断層、比抵抗
Keywords: Kumamoto Earthquake, Futagawa Fault, Resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造
Detailed topography and sub-surface structure around the 2016 Fukushima Earthquake

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1]
*Takafumi Kasaya[1], Toshiya Fujiwara[1], Toshiya Kanamatsu[1], Katsunori FUJIKURA[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2016年11月22日に福島県沖を震源とするM7.4の地震が発生した。この地震波プレート間地震ではなく、陸側プレート内で発生した正断層型地震であるが、東北沿岸で最大1.4mの波高の津波が観測された。地震後、震源域近傍で調査中だった「新青丸」と「よこすか」により測深機を用いた地形調査を行ったところ、複数の段差地形が検出され、既存の海底地質図に記載された断層分布とは異なる位置であった。そこで、地震直後の海底の状況を把握するため、東北マリンサイエンス拠点形成事業「海洋生態系の調査研究」による「新青丸」KS-17-J04において、ROVハイパードルフィン（以下、HPD）を用いた調査潜航、および音響機器を用いた海底地形、堆積構造調査が行われた。HPDによる潜航は2回実施され、地形調査でシャープな地形段差が推測された地点で、形成されてから比較的新しいと考えられる、高低差1-2m程度のフレッシュな地形段差崖を確認した。露頭を観察すると、最表層は貝殻の濃集層を含む柔らかい泥層で、その下位には固結した堆積層が観察される。地形段差の底付近ではバクテリアマットと考えられる白色変色域を複数視認した。段差地形に沿って観察を行ったところ、一部で割れ目地形を伴いながら連続的に存在することが確認された。潜航した最北端の割れ目では、ヨコエビが大量に群集する様子も観察された。さらに、KM-17-J05航海では、面的に地形調査を行うと共に、段差地形を中心に400kHzのサイドスキャンソナーを用いた観測も行い、段差地形およびリニアメントの面的な分布把握を行った。

キーワード：2016年福島沖地震、微細地形、断層、バクテリアマット
Keywords: 2016 Off Fukushima earthquake, Detailed topography, Fault, Bacteria mat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_29

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

活断層は，数千年～数万年に1回といったごく低頻度で大地震を起こし周辺の環境を破壊する。他方、大地震（断層運動）を起こさない大部分の期間（平常時）においては、断層運動の蓄積によって形成される独特の地形や水理地質構造等によって，特有の環境（山地・盆地・構造湖・温泉・鉱床等）を形成・維持する。一般に，活断層の存在は，環境破壊要因として認識されるが，平常時における環境形成・維持要因としての活断層についても理解を深める必要がある。本セッションでは，環境の形成・維持要因としての活断層の役割やその調査方法等についての幅広い話題を歓迎する。

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

琵琶湖湖底における熱流量測定
Heat flow measurement in Lake Biwa

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2]
*Hideki Hamamoto[1], Makoto Yamano[2]

1. 埼玉県環境科学国際センター、2. 東京大学地震研究所
1. Center for Environmental Science in Saitama, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

琵琶湖の湖底には断層が存在していると考えられ、その周辺において水とガスの湧出が観察されている。熱流量は、このような流体の湧出を調べるひとつの手掛かりになる。これまでの先行調査では琵琶湖の2地点で熱流量が測定されている。ひとつは湖底の掘削孔で50 mW/m^2、もうひとつは湖岸に位置する掘削孔で44 mW/m^{2}である。周辺地域での測定値も考慮すると、琵琶湖地域における流体流動による影響のないバックグラウンド熱流量値は50 mW/m^{2}程度と推定される。

我々は、2010年に滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの調査船（当時）「はっけん号」を使って、琵琶湖北西部の最深部付近の5地点で熱流量測定を行った。この測定には深海底で通常用いられる熱流量プローブを使用した。プローブの長さは1.5及び3.0 mで、7個のセンサーが取り付けられている。琵琶湖の最大水深は約100 mであり、湖底水温の変動が大きいことが知られている。そのため湖底から数mの地下温度も湖底の水温変動による擾乱を受けていることになる。実際、プローブによって測定された温度プロファイルは、いずれも水温変動によって明らかに乱されたものであった。このうち、ガス湧出が観察された近くの1点で測定した温度プロファイルは、極めて高い温度勾配（～300 mK/m）を示した。これは、水温変動の影響を考えに入れても、明らかに異常に高い値である。流体の流れは移流による熱流の異常を引き起こすことから、我々はこの高い値は堆積物中の上昇流によるものと解釈している。しかし、水深が浅く水温変動が大きい場所においては、深海用の熱流量プローブによる測定では信頼性に限界がある。信頼性の高い熱流量値を得るためには、長期温度モニタリングを実施し、水温変動の影響を考慮した解析を行うことが有用である。さらに長期温度データの解析により、流体の流速も推定することが可能である。今後、琵琶湖湖底の断層に関連する流体の流れを解明していくには、信頼性の高い熱流量測定を高密度で行うことが必要と考えられる。

キーワード：熱流量、琵琶湖、水温変動
Keywords: Heat flow, Lake Biwa, Bottom water temperature variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度
Shallow Resistivity Structure across the Futagawa-Fault Nishihara Area and the Reliability

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3]
*Tada-nori Goto[1], Hisatoshi Koji[1], Sota Kawaguchi[1], Satoru Yamaguchi[2], Yuto Yamalaka[2], Daigo Furukawa[2], Koki Aizawa[3]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University

2016年熊本地震では、地表面に多数の地表地震断層が発生した。これらは活断層として既に知られていた布田川断層に沿って分布している。このうち熊本県西原村においては、布田川断層は東西に並走する2条の活断層に分岐しており、このうち南側の地表トレースにおいて明瞭な変位が観測された。またInSARによる解析結果からは、2条の布田川断層に挟まれた地域で大きな変形が推測されている（Fujiwara et al., 2016）。InSARの結果ではさらに、布田川断層よりも南方に線状の地表破壊帯が認められているが、これは既に知られている活断層には相当していない。このように西原村地域では2016年熊本地震時の地表変位・破壊の分布は複雑であり、その要因は活断層沿いの地質構造の複雑さに起因するものと推測される。しかしながら、本地域での活断層周辺の浅部構造は明らかになっていない。

本研究では、布田川断層西原村地域において電磁探査（AMT探査）を実施し、地下浅部の比抵抗構造を解明した。使用機器はPhoenix Geophysics社製MTU-5Aである。観測点は合計で14点であり、布田川断層を南北方向にまたぐ測線上に配置されている。このうち11点で良好なMT応答関数を得ることができたため、Uchida and Ogawa (1993)によるABIC平滑化制約付きインバージョンを用いて2次元比抵抗モデルを作成した。スタティックシフトに関しては、Zssqの位相が空間的になだらかに変化する特徴を利用して、見掛比抵抗に空間平滑化を適用して補正を行った。

得られた地下比抵抗構造では、東西に並走する2条の布田川断層の両方に沿って、地下低比抵抗帯（地表直下～深さ500m以上）が存在することが明らかになった。2条の布田川断層のうち、北側の低比抵抗帯は北落ち60度程度で傾斜しており、地表での地質調査の結果と整合的である。一方、南側の低比抵抗帯は北側より規模が大きく（幅400m程度）、南傾斜の特徴を示した。これらの断層沿いの低比抵抗帯の信頼度について、主成分分析法とマルコフ連鎖モンテカルロ法に基づく評価（小路・後藤, 2019）を実施した。その結果、布田川断層から南傾斜で伸びる低比抵抗帯には感度が高いことが明らかとなった。このような2条の低比抵抗帯の存在や、そのうち1つが南傾斜である特徴は、これまでの地球物理学的・地質学的な調査結果では得られてないが、前述のInSARの解析結果とよく整合していることから、妥当な結果であると考えられる。結論としては、活断層における地表変位や地震動の理解や推定には、本研究のような活断層浅部の構造調査が重要であると考えられる。

キーワード：熊本地震、布田川断層、比抵抗
Keywords: Kumamoto Earthquake, Futagawa Fault, Resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造
Detailed topography and sub-surface structure around the 2016 Fukushima Earthquake

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1]
*Takafumi Kasaya[1], Toshiya Fujiwara[1], Toshiya Kanamatsu[1], Katsunori FUJIKURA[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2016年11月22日に福島県沖を震源とするM7.4の地震が発生した。この地震波プレート間地震ではなく、陸側プレート内で発生した正断層型地震であるが、東北沿岸で最大1.4mの波高の津波が観測された。地震後、震源域近傍で調査中だった「新青丸」と「よこすか」により測深機を用いた地形調査を行ったところ、複数の段差地形が検出され、既存の海底地質図に記載された断層分布とは異なる位置であった。そこで、地震直後の海底の状況を把握するため、東北マリンサイエンス拠点形成事業「海洋生態系の調査研究」による「新青丸」KS-17-J04において、ROVハイパードルフィン（以下、HPD）を用いた調査潜航、および音響機器を用いた海底地形、堆積構造調査が行われた。HPDによる潜航は2回実施され、地形調査でシャープな地形段差が推測された地点で、形成されてから比較的新しいと考えられる、高低差1-2m程度のフレッシュな地形段差崖を確認した。露頭を観察すると、最表層は貝殻の濃集層を含む柔らかい泥層で、その下位には固結した堆積層が観察される。地形段差の底付近ではバクテリアマットと考えられる白色変色域を複数視認した。段差地形に沿って観察を行ったところ、一部で割れ目地形を伴いながら連続的に存在することが確認された。潜航した最北端の割れ目では、ヨコエビが大量に群集する様子も観察された。さらに、KM-17-J05航海では、面的に地形調査を行うと共に、段差地形を中心に400kHzのサイドスキャンソナーを用いた観測も行い、段差地形およびリニアメントの面的な分布把握を行った。

キーワード：2016年福島沖地震、微細地形、断層、バクテリアマット
Keywords: 2016 Off Fukushima earthquake, Detailed topography, Fault, Bacteria mat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

地殻内の浅部から深部にいたる流体とその収支や移動様式の理解およびその物理・化学モデルに関する議論を行う場を提供する。たとえば、以下のような分野を想定している。 1.地震発生に関わる領域の流体の状況、地震を含む地殻変動に伴う流体の物質・化学挙動の変化など、いわゆる断層流体物性の分野。 2.地下水の水位・水圧・水質から多孔質弾性論などを使って地殻変動を推定するための、いわゆる地震地下水の分野。 3.地殻深部から浅部にいたる流体の同位体的・化学的な特徴を測定し、フラックス定量を試みる、いわゆる地殻流体化学の分野。

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

Application of slug test model to earthquake-related groundwater-level change in the Oi well Kanagawa Prefecture, Center Japan

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2]
*Yang Li[1], Motoo Ukawa[1], Kazuhiro Itadera[2], Masatake Harada[2]

1. 日本大学、2. 神奈川県温泉地学研究所
1. Nihon University, 2. Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture

地震に伴う地下水位の上昇がしばしば報告されている。これまでの報告では地震による水位上昇量は数cmから数mで、その上昇に要する時間は数分間から数週間にも及ぶこともある。この幅広い水位上昇に対しては帯水層の圧密効果による間隙圧の上昇、透水性の変化による流量の増加、地震による静的なひずみ場の変化などのメカニズムが提案されている。しかし、観測された多様な水位上昇がこれらのメカニズムで説明できるかどうかはまだ未解明な点が多い。本研究では地震時に大井観測井で観測された時定数が数分間の水位上昇に注目し、スラグテストモデルを適用することにより、大井観測井周辺の帯水層の間隙圧が地震動に伴い急激に上昇したことを明らかにする。

大井観測井は神奈川県温泉地学研究所が神奈川県西部に設置した地下水位観測網に含まれる深度300 mの井戸である。井戸のスクリーン深度は270~300 mで、主要な帯水層は足柄層群の第四紀凝灰角礫岩である。井戸設置時に現場透水試験で得られた透水係数は5.5×*10-6 m/s*であり、貯留係数は3×*10-8*である。観測井内の水位は圧力水位計で1 Hzサンプリングのデジタルデータとして記録されている。大井観測井は大きい地震に伴って水位が上昇するという特徴がある。

これまでの私たちの研究で2011年から2016年の期間に大井観測井で地震に伴う水位上昇が5 cm以上の11イベントを抽出した。抽出されたイベントの地震の規模はMw　4.9~ 7.8、井戸までの震央距離は約30 kmから約5000 kmに及ぶ。観測された水位データから健さんされた水位上昇の時定数は100~400 sの範囲内である。

スラグテストは井戸と帯水層の透水性を測定する現場透水試験の一つである。このテストは井戸に急激水位を上昇させ、井戸内の水位が周りの帯水層の間隙圧と平衡状態になるまでの時系列から、井戸ー帯水層システムの透水係数を計算する方法である。私たちは地震後の帯水層内で間隙水圧の急激な上昇が起こると考え、地震による大井観測井の水位上昇過程に、スラグテストで用いられる理論モデルを適用した。なお大井観測井では地震後に水位が上昇するので、井戸内の水位を低下させるベイラーテストに対応している。

モデルを適用した結果では、大井観測井の水位上昇は水平等方的な流れの場合のスラグテストモデルの理論解で説明できることが分かった。また、理論曲線と観測された水位の時系列を比べると、透水係数は井戸の設置時に測定された値とその3倍の範囲に収まっている。この結果は大井観測井における水位上昇は地震動によって井戸が貫いている帯水層の間隙水圧の急激に上昇したことを強く示唆している。

本研究ではスラグテストモデルを用いて、時定数が数分間の地震に伴う水位上昇は帯水層内の間隙圧の急上昇が原因であり、水位上昇の時定数は井戸ー帯水層の間のシステムの時定数であることを明らかにした。また、間隙圧が上昇する具体的なメカニズムの解明は今後の課題として残っている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：透水係数、地震、スラッグテスト
Keywords: Permeability, Eeathquake, Slug test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

Changes in groundwater level and borehole strain data associated with the 2018 Osaka Hokubu earthquake (M6.1) at the Takarazuka observatory

*松本 則夫[1]、木口 努[1]
*Norio Matsumoto[1], Tsutomu Kiguchi[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1996年に宝塚観測点において、水位計と坂田式孔井内三成分歪（ひずみ）計を設置した。この観測点は2018年6月18日の大阪府北部の地震（M6.1)の震源から約26kmに位置しており、同地震後の地下水位及び歪データの変化を観測した。観測した地下水位は地震時に約14cm低下し，その後急激な上昇傾向となった．1時間で約25cm上昇し，2日後まで約1m/日で上昇し、8日後に約4.2m上昇した．地下水位の変化は地震にともなう歪ステップやその後の歪データの変化では説明できない。過去20年余で観測した宝塚観測点における地震による地下水位や歪データの変化と大阪府北部の地震による変化を比較する。

キーワード：地下水位、歪、大阪府北部の地震
Keywords: groundwater level, strain, Osaka Hokubu earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草薙観測点の地震にともなう地下水位変化
Changes in groundwater level at the Kusanagi observatory

*松本 則夫[1]
*Norio Matsumoto[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ
1. Tectono-Hydrology Research Group, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1994年に草薙観測点に深度250mの井戸を設置し、地下水位の観測を継続している。観測以来近傍で発生した中規模以上の地震や遠地で発生した巨大地震にともなって地下水位が変化した。地下水位の変化はすべて低下である。過去20年余で観測した草薙観測点における地震による地下水位と水位変化をもたらした地震との関係について議論する。

キーワード：地下水位、地震、草薙観測点
Keywords: groundwater level, earthquake, Kusanagi observatory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化
Spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake

*梅田 浩司[1]
*Koji Umeda[1]

1. 弘前大学大学院理工学研究科
1. Hirosaki University

Static stress change caused by the megathrust slip of the 2011 M_w 9.0 Tohoku-Oki earthquake considerably affected the seismicity pattern in inland areas, resulting in the occurrence of numerous earthquakes along several active faults in Japan. On June 30, 2011, the M_j 5.4 central Nagano earthquake occurred at a shallow depth of 5 km, indicating the reactivation of the Gofukuji fault in Central Japan. This study was undertaken to elucidate spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake using both new and existing helium isotope data from hot spring and drinking water wells. Most gas samples near the seismic source region are characterized by increase in postseismic $^{3}He/^{4}He$ ratios. In contrast, the postseismic ratios decrease by up to about 30 % away from the seismic source region. Episodic faulting could release accumulated crustal (radiogenic) helium from host rocks, or enhance the transfer of mantle volatiles through permeable fault zones, such that subsequent fluid flow proximal to the source region could then explain the spatio-temporal variations in $^{3}He/^{4}He$ ratios.

キーワード：2011年長野県中部地震、ヘリウム同位体
Keywords: 2011 central Nagano earthquake , helium isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_30

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

地殻内の浅部から深部にいたる流体とその収支や移動様式の理解およびその物理・化学モデルに関する議論を行う場を提供する。たとえば、以下のような分野を想定している。 1.地震発生に関わる領域の流体の状況、地震を含む地殻変動に伴う流体の物質・化学挙動の変化など、いわゆる断層流体物性の分野。 2.地下水の水位・水圧・水質から多孔質弾性論などを使って地殻変動を推定するための、いわゆる地震地下水の分野。 3.地殻深部から浅部にいたる流体の同位体的・化学的な特徴を測定し、フラックス定量を試みる、いわゆる地殻流体化学の分野。

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

Application of slug test model to earthquake-related groundwater-level change in the Oi well Kanagawa Prefecture, Center Japan

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2]
*Yang Li[1], Motoo Ukawa[1], Kazuhiro Itadera[2], Masatake Harada[2]

1. 日本大学、2. 神奈川県温泉地学研究所
1. Nihon University, 2. Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture

地震に伴う地下水位の上昇がしばしば報告されている。これまでの報告では地震による水位上昇量は数cmから数mで、その上昇に要する時間は数分間から数週間にも及ぶこともある。この幅広い水位上昇に対しては帯水層の圧密効果による間隙圧の上昇、透水性の変化による流量の増加、地震による静的なひずみ場の変化などのメカニズムが提案されている。しかし、観測された多様な水位上昇がこれらのメカニズムで説明できるかどうかはまだ未解明な点が多い。本研究では地震時に大井観測井で観測された時定数が数分間の水位上昇に注目し、スラグテストモデルを適用することにより、大井観測井周辺の帯水層の間隙圧が地震動に伴い急激に上昇したことを明らかにする。

大井観測井は神奈川県温泉地学研究所が神奈川県西部に設置した地下水位観測網に含まれる深度300 mの井戸である。井戸のスクリーン深度は270~300 mで、主要な帯水層は足柄層群の第四紀凝灰角礫岩である。井戸設置時に現場透水試験で得られた透水係数は5.5×*10-6 m/s*であり、貯留係数は3×*10-8*である。観測井内の水位は圧力水位計で1 Hzサンプリングのデジタルデータとして記録されている。大井観測井は大きい地震に伴って水位が上昇するという特徴がある。

これまでの私たちの研究で2011年から2016年の期間に大井観測井で地震に伴う水位上昇が5 cm以上の11イベントを抽出した。抽出されたイベントの地震の規模はMw　4.9~ 7.8、井戸までの震央距離は約30 kmから約5000 kmに及ぶ。観測された水位データから健さんされた水位上昇の時定数は100~400 sの範囲内である。

スラグテストは井戸と帯水層の透水性を測定する現場透水試験の一つである。このテストは井戸に急激水位を上昇させ、井戸内の水位が周りの帯水層の間隙圧と平衡状態になるまでの時系列から、井戸ー帯水層システムの透水係数を計算する方法である。私たちは地震後の帯水層内で間隙水圧の急激な上昇が起こると考え、地震による大井観測井の水位上昇過程に、スラグテストで用いられる理論モデルを適用した。なお大井観測井では地震後に水位が上昇するので、井戸内の水位を低下させるベイラーテストに対応している。

モデルを適用した結果では、大井観測井の水位上昇は水平等方的な流れの場合のスラグテストモデルの理論解で説明できることが分かった。また、理論曲線と観測された水位の時系列を比べると、透水係数は井戸の設置時に測定された値とその3倍の範囲に収まっている。この結果は大井観測井における水位上昇は地震動によって井戸が貫いている帯水層の間隙水圧の急激に上昇したことを強く示唆している。

本研究ではスラグテストモデルを用いて、時定数が数分間の地震に伴う水位上昇は帯水層内の間隙圧の急上昇が原因であり、水位上昇の時定数は井戸ー帯水層の間のシステムの時定数であることを明らかにした。また、間隙圧が上昇する具体的なメカニズムの解明は今後の課題として残っている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：透水係数、地震、スラッグテスト
Keywords: Permeability, Eeathquake, Slug test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

Changes in groundwater level and borehole strain data associated with the 2018 Osaka Hokubu earthquake (M6.1) at the Takarazuka observatory

*松本 則夫[1]、木口 努[1]
*Norio Matsumoto[1], Tsutomu Kiguchi[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1996年に宝塚観測点において、水位計と坂田式孔井内三成分歪（ひずみ）計を設置した。この観測点は2018年6月18日の大阪府北部の地震（M6.1)の震源から約26kmに位置しており、同地震後の地下水位及び歪データの変化を観測した。観測した地下水位は地震時に約14cm低下し，その後急激な上昇傾向となった．1時間で約25cm上昇し，2日後まで約1m/日で上昇し、8日後に約4.2m上昇した．地下水位の変化は地震にともなう歪ステップやその後の歪データの変化では説明できない。過去20年余で観測した宝塚観測点における地震による地下水位や歪データの変化と大阪府北部の地震による変化を比較する。

キーワード：地下水位、歪、大阪府北部の地震
Keywords: groundwater level, strain, Osaka Hokubu earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草薙観測点の地震にともなう地下水位変化
Changes in groundwater level at the Kusanagi observatory

*松本 則夫[1]
*Norio Matsumoto[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ
1. Tectono-Hydrology Research Group, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1994年に草薙観測点に深度250mの井戸を設置し、地下水位の観測を継続している。観測以来近傍で発生した中規模以上の地震や遠地で発生した巨大地震にともなって地下水位が変化した。地下水位の変化はすべて低下である。過去20年余で観測した草薙観測点における地震による地下水位と水位変化をもたらした地震との関係について議論する。

キーワード：地下水位、地震、草薙観測点
Keywords: groundwater level, earthquake, Kusanagi observatory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化
Spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake

*梅田 浩司[1]
*Koji Umeda[1]

1. 弘前大学大学院理工学研究科
1. Hirosaki University

Static stress change caused by the megathrust slip of the 2011 M_w 9.0 Tohoku-Oki earthquake considerably affected the seismicity pattern in inland areas, resulting in the occurrence of numerous earthquakes along several active faults in Japan. On June 30, 2011, the M_j 5.4 central Nagano earthquake occurred at a shallow depth of 5 km, indicating the reactivation of the Gofukuji fault in Central Japan. This study was undertaken to elucidate spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake using both new and existing helium isotope data from hot spring and drinking water wells. Most gas samples near the seismic source region are characterized by increase in postseismic $^{3}He/^{4}He$ ratios. In contrast, the postseismic ratios decrease by up to about 30 % away from the seismic source region. Episodic faulting could release accumulated crustal (radiogenic) helium from host rocks, or enhance the transfer of mantle volatiles through permeable fault zones, such that subsequent fluid flow proximal to the source region could then explain the spatio-temporal variations in $^{3}He/^{4}He$ ratios.

キーワード：2011年長野県中部地震、ヘリウム同位体
Keywords: 2011 central Nagano earthquake , helium isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

メルトから延性岩体の生成，さらに脆性－延性境界領域での岩体の力学については，物質循環，地震発生機構，火山生成機構等の理解を進める上で重要であるが，断片的知識に限られ，特に力学的変化についてシステマティックには明らかにされていない．メルトの冷却は，火山体でのフラクチャー発生，火山性地震の発生原因の一つとも考えられるが，メルトから延性さらに脆性領域への変化過程を，地質学的，岩石力学的，さらに地球化学的に俯瞰する必要がある．本セッションでは，島弧－沈み込みシステムをエネルギーシステムとして捉えて，脆性－延性境界以深での，岩体組成，応力状態，き裂分布，冷却・加圧にともなう破壊挙動と地震発生メカニズム，岩石－水相互作用等についての科学的理解に関して現状報告と意見交換を行う．また，ここで得られた科学的知見をもとに，今後の研究の重点課題と問題解決のためのアプローチについて意見交換を行う．
　また，エネルギー抽出のためには，革新的掘削技術の開発が不可欠である．高温掘削の現況を把握し，地球科学分野に広く展開できる技術の情報交換の場としたい．

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1]
*Manami Kitamura[1], Miki Takahashi[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

To extract geothermal energy effectively and safely from magma and/or adjacent hot rock, we need to tackle many issues which require new technology development. One of them we are targeting on is to develop a technology to mitigate induced-earthquakes. It is required to understand roles of factors on occurrences of the induced-earthquake (e.g., strength, crack density, and fluid-rock reaction) and their intercorrelations (e.g., *Asanuma* et al., 2012).

Our purpose of this series of experiments is to clarify a relationship between the rock strength and the fracture density under hydrothermally supercritical conditions. We conducted triaxial deformation test on intact granite rock strength under high-temperature (250 –750˚C), high-pressure (104 MPa) condition at a constant load velocity (0.1 μm/sec) using a gas-rig at GSJ, AIST. We used Oshima granite, which has initially ~0.55% of the porosity, 4.95±1.01 km/s in Vp at dry condition (dry). All experimental products showed brittle feature having several oblique fracture surfaces, but both value of peak stress and amount of stress drop became smaller at higher temperature. Additionally, Young’ s modulus decreases with increasing the temperature from 57.4 GPa at 250˚C to 32.3 GPa at 750˚C. At 400˚C, the stress drop accelerated the deformation with ~98 times faster velocity than that at load-point. In contrast, at 650˚C and 750˚C, the velocity during stress drop kept the same order of the load-point velocity. Therefore, the deformation feature may start to be of ductile when the temperature exceeds 650˚C. The microstructures of samples deformed at 400˚C and 550˚C showed the shear zone with the grain reduction. In contrast, for the samples deformed at 650˚C and 750˚C, we partly observed the sintered structure at grain boundaries among feldspar gouge. The sintered structure at >650°C might be the cause of the slow stress drop. Highly dense cracked granite specimens were formed by a rapid decompression test (RDT) using an autoclave settled at Tohoku University (*Kitamura & Takahashi*, 2017AGU; *Takagi* et al., 2017GRC Trans.), caused by a reduction of the fluid pressure within 2 seconds from vapor/supercritical state pressure (10 –48 MPa, 550 ˚C) to ambient pressure. X-ray CT scanning on the specimens after RDT showed that numerous microcracks were generated in them (see details in *Takahashi & Kitamura*, 2018, annual meeting of Geological Soc. Japan). The RDT imposed the porosity increasing towards 3.91 % and Vp decreasing towards 1.46±0.22 km/s (dry). We conducted the permeability measurement on fractured granites after RDT with the porosity of 2.1 –2.7% under a combined condition of 400 ˚C in temperature, 104 MPa in confining pressure, 39 –99 MPa in pore fluid pressure (P_p). Permeability measured by pore pressure oscillation method decreases from 1.3×10^{-16} m^2 at P_p of 99 MPa to 2.6×10^{-18} m^2 at P_p of 39 MPa for the permeable case. Permeability on fractured granite of 2.1% in porosity at room temperature (RT) show relatively lower permeability than those at 400°C except for at P_p of 99 MPa. Permeability at RT rapidly decreases from 1.0×10^{-15} m^2 at P_p of 99 MPa to 1.0×10^{-18} m^2 at P_p of 84 MPa, and then reaches 5.8×10^{-19} m^2 at P_p of 99 MPa. In the meeting, we will show additional results of permeability tests on fractured granites under various high temperature conditions.

キーワード：超臨界流体、地熱、花崗岩

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical fluid, geothermal, granite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1], Mitsuru Utsugi [1], Koki Aizawa[2], Makoto Uyeshima[3], Wataru Kanda[4], Takao Koyama[3]

1. Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology

The Kuju volcano is located in south western part of Oita prefecture, Japan , and is one of the important geothermal areas in Japan. It has began to erupt on October 11,1995 at the eastern flank of Mt. Hossho, which is in the central part of Kuju volcano. Second eruption started again in the middle of December, 1995, producing an ash volume of about 5000 m^3. Iwoyama is the central part Kuju Volcano and considered to be one of the most hydrothermal active hydrothermal field in Japan. Geothermal areas beneath active volcanoes may have an important role in geothermal energy development in the future. so it is important to monitor and clarify the thermal and hydrologic processes occurring beneath volcanoes. Magnetotelluric (MT) investigation is an important tool to identify the subsurface resistivity structure using natural variation in the electromagnetic field, therefore it is convenient to for the hydrothermal system investigation. We applied a Wide-band MT survey method to identify the structures associated with the hydrothermal systems beneath Kuju volcano. MT field survey data were collected at 63 observation points around the Kuju volcano from September to October 2015. Fourier Transform(FT) applied to the collected data to reduce the background noise associated with Power supply of 60 Hz and other noises associated with higher frequencies. Inverse FT was applied to the data to transform from frequency-domain to time-domain data. The 3-D resistivity structure model is obtained by inverting the MT impedance using ModEM code (Kelbert, A. et al., 2014). The primary 3-D resistivity structure model clarified that, a resistive structure (100-300 Ω.m) prevail the most of Kuju Volcano area. A very conductive structure (~1Ω.m) exists around Iowyama-Kuju area and extends with the depth towards the south-east part of Iowyama. In comparison with the previous studies, the resistive structure can be interpreted as lava and pyroclastic deposits, whereas the conductive structure around Iowyama-Kuju area is maybe corresponds to aquifers and altered layers.

Keywords: MT survey at Volcanic areas, 3D MT inversion, Hydro-thermal energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)
Preliminary Report on Themoluminescence Geothermal Exploration in Northern Area of Mt. Kurikoma (Akayumata-River), NE Japan.

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1]
*Hiroki Okano[1], Nobuo Hirano[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies Tohoku University

熱発光法（TL法）は、鉱物を加熱し発光を分析することで、鉱物中に蓄えられた放射線量を評価する手法である。熱的影響によって鉱物中の蓄積線量が変化することを利用し地熱評価を行う。本研究では栗駒北部地域を対象とし、地質調査を行い、熱発光分析や変質鉱物の検討を行った。

調査地域は新規火山岩類として高松岳溶岩類が高松岳周辺に分布し、下位には新第三紀の虎毛山凝灰岩層、赤湯又沢の温泉湧出点付近には泥岩からなる泥湯層が分布している。サンプルは虎毛山凝灰岩、および泥湯層から33個採取した。

TL分析の結果、赤湯又沢の温泉湧出点付近より下流でTL異常が確認された。しかし湯ノ又温泉付近ではTLの変化は見られなかった。赤湯又沢では沸騰した温泉が数か所から湧出しているのに対して、湯ノ又温泉は50℃ほどの温泉が1か所から湧出しているのみであった。1985~2015年における地震震源分布では、赤湯又、湯ノ又両地点の直下2~7kmの浅いところで震源クラスタが確認され、流体の存在が考えられる。また赤湯又沢では泥湯層が局所的な背斜構造により露出している。これらの構造に付随するき裂や断層に伴い、地下の熱水が地表に湧出している流路構造を予測することができる。

変質鉱物は虎毛山層、泥湯層ともに緑泥石、セリサイトなどによるグリーンタフ変質が確認された。また赤湯又沢の温泉湧出点付近ではカオリナイト、湯ノ又温泉付近と赤湯又沢の上流ではローモンタイトが認められる。TL異常はカオリナイトの分布には調和的であるが、ローモンタイトの分布とは異なっている。このことから、TLは変質鉱物とは異なった、温度時間影響についての情報を持っていることが予測される。今後より詳細な地下構造を調査しTLの温度依存性について定量的な分析を重ねることで、地表面のTLがもたらす情報の精度を高めることができると期待される。

キーワード：熱発光、地熱探査、物理探査
Keywords: thermoluminescence, geothermal exploration, geophysical exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究
Experimental Study of Critical Point Determination for Multicomponent Fluids using light-scattering Spectroscopic Method

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1]
*Nobuo Hirano[1], Yuta Oshima[1], Atsushi Okamoto[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental studies, Tohoku University

地殻流体は様々な地殻構成物質と反応した後の多成分流体であり、地球内部では超臨界状態にある場合が多い。これらの条件下での流体 - 岩石反応を知るためには、地殻流体の臨界点（CP）と相状態を知ることが非常に重要となる。しかし、地殻流体や海水など多成分流体の臨界点を流体成分を用いた状態方程式（EOS）による計算で直接決定することは困難であり、実験的に決定する必要がある。

超臨界流体中の分子は不均一に分布しており、流体中に密度の高い領域や疎な領域を形成することが知られている。このような分子分布の不均一性は密度ゆらぎと呼ばれ、この揺らぎの度合いはその流体のCP付近でで最大となることが知られている。

H_2OおよびCO_2のような純粋な物質については密度揺らぎを原因とする臨界タンパク光が亜臨界から超臨界への遷移において発現することが報告されており，分光学的に観察する事ができる。したがって、多成分流体においてもこのような変化を分光法で観察できれば、ＣＰ値を推定することが可能であると考えられる。

本研究の目的は、亜臨界/超臨界遷移状態にある多成分流体の溶液を分光学的に観察することにより，そのCPを容易に決定するための新しい測定技術/手順を確立することである。

キーワード：臨界点決定、多成分流体、超臨界流体、散乱光分光
Keywords: decision of critical point, multicomponent fluid, supercritical fluid, scatter spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University

Supercritical geothermal reservoir (SCGR) is a novel system in the geothermal field. Recently this geothermal system got a lot of attention from scholar since the successful of IDDP that encountered the supercritical fluid in Reykjanes and Krafla geothermal field. SCGR is promising exploited geothermal resource in the near future with several benefits in the economic and technical aspect. However the limited access to geological properties of SCGR system to optimize the potential of the system as well as to address the issue of the system lead us to investigate the natural analog that suitable with this system, Instead of we spend huge money for drilling activity. Porphyry copper deposit is a suitable candidate for SCGR analog where magma ascent from deep mantle and fluid infiltrate a ductile rock mass at ~600˚C, and stock work fracture as an important fluid pathway developed intensively.

The research was conducted on the largest porphyry copper deposit in northern Mongolia called Erdenet deposit. We used 700m depth drill core samples from an open pit. Based on texture and mineralogy, lithology of Erdenet comprises of quartz porphyry and granodiorite porphyry at shallow and deep level consecutively. Mineral assemblages of Quartz porphyry are qtz-ser-py-cp±cal and chl-plg-qtz±kfs for Granodiorite porphyry. Stockwork vein system can be well observed on certain samples and Er-22 (569.9m) reveal distinct vein generation process and evolution based on cross-cutting relationship. Qtz-Mo vein precipitated at the beginning of the process followed by the formation qtz-py±cp vein and those 2 vein type cut by qtz±cal vein. Fluid activity was investigated by several analytical techniques to measure mineral composition to further obtain thermodynamics properties (P-T conditions). Host rock crystallize at temperature 389-861˚C (measurement point from core to rim) using Ti-in-Quartz geothermometer under lithostatic pressure derived from a cotectic line in the Qz-Ab-Or ternary diagram. The similar methods perform to obtain quartz precipitation temperature of qtz-mo vein and the result show vein was precipitated at 323-678˚C (measurement point from core to rim). Fluid inclusion is a useful technique to determine the precipitation of the other two vein type. Qtz-py±cp vein homogenizes at temperature 147.8-358.9˚C with median 251.9˚C but the pressure regime and salinity of fluid are difficult to measure due to most of the inclusion size is less than 5μm. The last fluid activity marked by the presence of qtz±cal that cut all of the previous veins. The homogenization temperature is less than 200˚C.

The distribution of vein in the granodiorite porphyry system in Erdenet revealed the evolution of fluid in order to understand the geological properties of a supercritical geothermal reservoir. The emplacement of granodiorite at >600˚C followed by formation of qtz-mo vein that interpreted to have formed in the supercritical regime at 500-600˚C under lithostatic pressure and subsequent pressure drop to hydrostatic condition induce qtz-py±cp vein formation due to drop of silica solubility. Lithostatic to hydrostatic pressure shifting indicate by the presence of pervasive sericite alteration imply meteoric water had circulated into the system. The temperature of the system keeps decrease and precipitation of qtz±cal occurred as the last product on this system. Erdenet Cu-Mo provides a lesson regarding on fluid process and development of supercritical geothermal activity and strong candidate as a natural analog for advanced scientific studied in the future.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical geothermal reservoir, erdenet, porphyry deposit, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1]
*Hikaru Abe[1], Noriaki Watanabe[1], Kengo Nakamura[1], Atsushi Okamoto[1], Takeshi Komai[1]

1. 東北大学大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Superhot geothermal environments (above ca. 400˚C) represent a new geothermal energy frontier. However, the networks of permeable fractures capable of storing and transmitting fluids are likely to sealed by a rapid precipitation of amorphous silica in response to an occurrence of high-level of supersaturation for amorphous silica due to a phase change between liquid water, steam, and supercritical water. Here we report results of two sets of hydrothermal precipitation experiments at 400-500 ˚C and 20-35 MPa, which were respectively conducted to investigate characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments. In the first set of the precipitation experiments, liquid water with a prescribed Si concentration, which was prepared from water that dissolved granite at 360 ˚C and 35 MPa, was injected to a stainless-steel pipe, in which amorphous silica was precipitated at a prescribed combination of temperature (400-500 ˚C), pressure (20-35 MPa) and degree of saturation (1.5-2.5). As a result, spherical particles of amorphous silica of <10 μm (typically, 0.2-1.0 μm) were precipitated at all conditions. These particles tended to become smaller and aggregated with increasing temperature or degree of saturation (i.e., with increasing rate of nucleation), while there was no significant influence of pressure. Based on this finding, the second set of the precipitation experiments to investigate influences of the amorphous silica particles on permeability of fractured granite was conducted at 450°C, 25 MPa, and different degrees of saturation. The above-mentioned liquid water with a prescribed Si concentration was injected into a thermally fractured granite containing multiple fractures at an effective confining stress of 10 MPa, where initial permeability of the fractured granite was relatively high (ca. 10^{-16} m^2) because of the presence of fractures having relatively large apertures of >10 μm. As a result, permeability did not decrease with time at both conditions for the formations of larger and dispersed particles, and smaller and aggregated particles. This finding indicates that precipitation of amorphous silica does not always reduce permeability of fractured granite immediately, and silica particles will move to other locations after its formation. Therefore, in producing superhot geothermal energy, amorphous silica particles will be produced via a production well or will be trapped within fractured granite having a relatively lower initial permeability, therefore relatively smaller apertures. Although the present study has not been completed yet, it is suggested that in case of a superhot geothermal reservoir with permeability aperture large enough to transmit the amorphous silica particle, the permeability may not be destroyed even if precipitation of amorphous silica occurs rapidly.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan

*Fajar Febiani Amanda[1], Ryoichi Yamada[2], Satoshi Okumura[2], Masaoki Uno[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Graduate School of Science, Tohoku University

Fluids (especially water) are carried by oceanic plates which are subducted into the depth of the mantle and released through the dehydration process. Water migrates upward and contributes to the melting of the mantle wedge in the formation of an arc magma. The formation of volcanoes and igneous rocks as plutons in the arc magma produces geothermal energy sources and the formation of ore mineral deposits. Throughout its migration within the crust, the fluid evolves both in temperature and pressure, composition and amount. These fluid traces can be found among the minerals as melt and/or fluid inclusions in volcanic products, igneous plutons, and the veinlets. In this study, water budget estimated on the crust by determining the condition of P-T and composition of fluids in the volcanic rocks and igneous plutons including the host rock and veinlets.

Samples were taken from caldera fill sediment and porphyry copper deposits in NE Japan region. The P-T condition and fluid composition are measured from the melt inclusion in quartz from the caldera fill sediments and fluid inclusions in the granite intrusion and the veinlets. The sample is divided into several types, namely volcanic rock samples from caldera fill sediment, granite from porphyry copper deposits, and the veinlets contained in the granite body including quartz vein, glassy vein, and hydrothermal breccia vein. In volcanic rock samples, quartz crystals were picked, encased in resin and polished for major element and water content analysis. In granite samples and veinlets, the rock thin sections were made for fluid inclusion microthermometry analysis and fluid diffusion analysis using apatite mineral. Water budget in the upper crust is estimated from caldera fill sediments to be 2.3–7.6 t /yr/m. Water budget in the deeper part of the crust can then be determined from porphyry copper deposits.

Keywords: water budget, fluid evolution, melt inclusion, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion

*Astin Nurdiana[1], Atsushi Okamoto[1], Masaoki Uno[1], Kenta Yoshida[2], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University, 2. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology

Feldspar replacement is prevalent process within the crust which has been studied for decades. In particular, it is known that feldspar is texturally sensitive to an interaction with fluids, and the process often results in by the pore generation. Recently, Plümper, et al. (2017) proposed that such reaction-induced nanoporosity plays significant roles in pervasive fluid flow in the crusts, yet it is still unclear until what extent nanoporosity commonly presents and is affected by the feldspar replacement. In this study, we report novel pore structures that have been produced during feldspar replacement in the hornblende schist around the granitoid body.

The Kinkasan Island, which is part of southern Kitakami Mountains, mainly consists of the Cretaceous granitoid bodies with abundant pegmatite dikes, and metamorphic sequences, including hornblende (Hbl) schists and biotite schists. Quartz diorite, as the host plutonic body, and metamorphic rocks were formed under the conditions estimated to be 700-750˚C and 610-660˚C in 0.37-0.42 GPa, respectively. The Hbl schists are often cut by thin alkali feldspar veins in direction perpendicular to the foliation. In the matrix, primordial plagioclase grains (An48Ab52Or0) are generally replaced by patchy grains of albite (An4Ab94Or2) and alkali feldspar (An0Ab1Or99). The mass balance analyses of the plagioclase and alteration products show the gains of Si, K, and fewer Na, also loss of Ca and Al, indicating that feldspar replacement was induced by infiltration of the potassium-rich fluids (the K/Na molar ratio of 3). The detail observations by FIB-SEM reveal that the replacement process yields extensive amount of pore with throat size of ~0.1 –5 μm. These pores preferentially formed along the grain boundaries of newly-produced albite. Generally, the pores distribute throughout all the plagioclase grains without preference for matrix grain boundary, and formed 3D pore network that seems barely to continue. However, it increased the porosity of the rock up to ~2%. These features of pores related to the feldspar replacement suggests the importance of the reactive fluid infiltration through low-permeability metamorphic rocks, likewise give a new insight on how fluid propagation generate micro-to nano-scale porosity.

Reference: Plümper et al., 2017. Nature geoscience, 10, 685-690.

Keywords: feldspar replacement, pore network, potassium-rich fluids, fluid transport, FIB-SEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3]
*Manami Kadono[1], Shin-ichi Uehara[2], Miki Takahashi[3], Manami Kitamura[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. Department of Environment Systems, Graduate School of frontier Science, The University of Tokyo, 2. Department of Enviroment Science, Faculty of Science, Toho University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Recently, geothermal uses in the depth below the brittle-ductile boundary have been considered for collecting geothermal energy more efficiently than conventional geothermal uses [1]. One of them is supercritical geothermal power generation, which uses supercritical fluid of higher temperature and pressure than conventional type, and therefore output per power plant is expected to be increased [2]. In this geothermal development, there is a plan to artificially create geothermal reservoirs when the geothermal fluid enough for the power generation capacity does not exist in the rock. These artificial reservoirs are planned to be created through processes such as cooling rocks by water injection, emergence of brittle region, causing hydraulic fracturing, and then emergence of high permeability region. Here, crack generation and propagation by injecting water and cooling rock have some possibility of inducing earthquakes. Therefore, it is important to elucidate properties of crack generation and propagation in the rock in this situation. However, these properties have not been understood enough. In addition, clarifying the relationship between properties of crack distributions and elastic wave velocities, which is not established so far, may be of useful for investigating the crack distributions at actual geothermal development sites by elastic wave explorations.
In this study, we generate cracks in granite specimens by heating them up to 550℃ then cooling, and we clarified the relationship between the cooling rate and the conditions of crack distributions in the specimens. We also tried to clarify the relation between the crack conditions and physical properties such as (elastic wave velocity, porosity and elastic properties derived from the elastic wave velocities) .
Cylindrical specimens (20 mm in the diameter and 40 mm in the length) of granite from Oshima, Ehime Prefecture (initial porosity: <0.38 %, P and S wave velocity (V_P), (V_S) under water saturated condition: 5.96±0.14, 3.10±0.10 km/s, respectively) were used for the experiments. After being heated the specimens, were cooled in three ways with different cooling rates for the surface temperature (approximately 3.3 ℃/min, 17.7℃/min, and 516 ℃/sec). Observations of X-ray CT images revealed that microscopic cracks were generated in the specimens after the heating-cooling processes. Cracks were extracted from this CT images and the number of cracks was measured. The number of cracks per image (20 mm×40 mm) N was $600 < N < 2600$, and the faster the cooling rate was, the larger N per unit area was. This is probably because faster cooling rate causes the greater temperature difference between the center and surface of specimens, which causes larger difference in the degree of shrinkage of the minerals constituting the specimens, and then the minerals are easier to be separated from each other. When N is lager, the porosity is larger (0.60 - 0.82%), and V_P and V_S are smaller (4.63 - 4.86 and 1.69 - 2.15 km/s, respectively). Bulk modulus and shear modulus were decreased from 61 - 65 to 45 - 48 GPa and 24 - 26 to 7 - 13 GPa, respectively, through the heating-cooling processes. In the presentation, we will investigate the relationship between p, a parameter representing the distribution propability of cracks defined by Hestir & Long [3], and physical properties.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References
[1] Muraoka, H., Asanuma, H., Ito, H., 2013, geoscience magazine, 343 - 361.
[2] Yonekura, H., 2016, "TSC Foresight geothermal power generation" overview, https://www.nedo.go.jp/content/100789529.pdf, 1 - 33.
[3] Hestir, K., and Long, J., 1990, Journal of geophysical research, vol. 95, 21, 565 - 21, 581.

キーワード：花崗岩、亀裂、地熱
Keywords: Granite, Fracture, Geothermal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

メルトから延性岩体の生成，さらに脆性－延性境界領域での岩体の力学については，物質循環，地震発生機構，火山生成機構等の理解を進める上で重要であるが，断片的知識に限られ，特に力学的変化についてシステマティックには明らかにされていない．メルトの冷却は，火山体でのフラクチャー発生，火山性地震の発生原因の一つとも考えられるが，メルトから延性さらに脆性領域への変化過程を，地質学的，岩石力学的，さらに地球化学的に俯瞰する必要がある．本セッションでは，島弧－沈み込みシステムをエネルギーシステムとして捉えて，脆性－延性境界以深での，岩体組成，応力状態，き裂分布，冷却・加圧にともなう破壊挙動と地震発生メカニズム，岩石－水相互作用等についての科学的理解に関して現状報告と意見交換を行う．また，ここで得られた科学的知見をもとに，今後の研究の重点課題と問題解決のためのアプローチについて意見交換を行う．
　また，エネルギー抽出のためには，革新的掘削技術の開発が不可欠である．高温掘削の現況を把握し，地球科学分野に広く展開できる技術の情報交換の場としたい．

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1]
*Manami Kitamura[1], Miki Takahashi[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

To extract geothermal energy effectively and safely from magma and/or adjacent hot rock, we need to tackle many issues which require new technology development. One of them we are targeting on is to develop a technology to mitigate induced-earthquakes. It is required to understand roles of factors on occurrences of the induced-earthquake (e.g., strength, crack density, and fluid-rock reaction) and their intercorrelations (e.g., *Asanuma* et al., 2012).

Our purpose of this series of experiments is to clarify a relationship between the rock strength and the fracture density under hydrothermally supercritical conditions. We conducted triaxial deformation test on intact granite rock strength under high-temperature (250 –750˚C), high-pressure (104 MPa) condition at a constant load velocity (0.1 μm/sec) using a gas-rig at GSJ, AIST. We used Oshima granite, which has initially ~0.55% of the porosity, 4.95±1.01 km/s in Vp at dry condition (dry). All experimental products showed brittle feature having several oblique fracture surfaces, but both value of peak stress and amount of stress drop became smaller at higher temperature. Additionally, Young’ s modulus decreases with increasing the temperature from 57.4 GPa at 250˚C to 32.3 GPa at 750˚C. At 400˚C, the stress drop accelerated the deformation with ~98 times faster velocity than that at load-point. In contrast, at 650˚C and 750˚C, the velocity during stress drop kept the same order of the load-point velocity. Therefore, the deformation feature may start to be of ductile when the temperature exceeds 650˚C. The microstructures of samples deformed at 400˚C and 550˚C showed the shear zone with the grain reduction. In contrast, for the samples deformed at 650˚C and 750˚C, we partly observed the sintered structure at grain boundaries among feldspar gouge. The sintered structure at >650°C might be the cause of the slow stress drop. Highly dense cracked granite specimens were formed by a rapid decompression test (RDT) using an autoclave settled at Tohoku University (*Kitamura & Takahashi*, 2017AGU; *Takagi* et al., 2017GRC Trans.), caused by a reduction of the fluid pressure within 2 seconds from vapor/supercritical state pressure (10 –48 MPa, 550 ˚C) to ambient pressure. X-ray CT scanning on the specimens after RDT showed that numerous microcracks were generated in them (see details in *Takahashi & Kitamura*, 2018, annual meeting of Geological Soc. Japan). The RDT imposed the porosity increasing towards 3.91 % and Vp decreasing towards 1.46±0.22 km/s (dry). We conducted the permeability measurement on fractured granites after RDT with the porosity of 2.1 –2.7% under a combined condition of 400 ˚C in temperature, 104 MPa in confining pressure, 39 –99 MPa in pore fluid pressure (P_p). Permeability measured by pore pressure oscillation method decreases from 1.3×10^{-16} m^2 at P_p of 99 MPa to 2.6×10^{-18} m^2 at P_p of 39 MPa for the permeable case. Permeability on fractured granite of 2.1% in porosity at room temperature (RT) show relatively lower permeability than those at 400°C except for at P_p of 99 MPa. Permeability at RT rapidly decreases from 1.0×10^{-15} m^2 at P_p of 99 MPa to 1.0×10^{-18} m^2 at P_p of 84 MPa, and then reaches 5.8×10^{-19} m^2 at P_p of 99 MPa. In the meeting, we will show additional results of permeability tests on fractured granites under various high temperature conditions.

キーワード：超臨界流体、地熱、花崗岩

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical fluid, geothermal, granite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1], Mitsuru Utsugi [1], Koki Aizawa[2], Makoto Uyeshima[3], Wataru Kanda[4], Takao Koyama[3]

1. Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology

The Kuju volcano is located in south western part of Oita prefecture, Japan , and is one of the important geothermal areas in Japan. It has began to erupt on October 11,1995 at the eastern flank of Mt. Hossho, which is in the central part of Kuju volcano. Second eruption started again in the middle of December, 1995, producing an ash volume of about 5000 m^3. Iwoyama is the central part Kuju Volcano and considered to be one of the most hydrothermal active hydrothermal field in Japan. Geothermal areas beneath active volcanoes may have an important role in geothermal energy development in the future. so it is important to monitor and clarify the thermal and hydrologic processes occurring beneath volcanoes. Magnetotelluric (MT) investigation is an important tool to identify the subsurface resistivity structure using natural variation in the electromagnetic field, therefore it is convenient to for the hydrothermal system investigation. We applied a Wide-band MT survey method to identify the structures associated with the hydrothermal systems beneath Kuju volcano. MT field survey data were collected at 63 observation points around the Kuju volcano from September to October 2015. Fourier Transform(FT) applied to the collected data to reduce the background noise associated with Power supply of 60 Hz and other noises associated with higher frequencies. Inverse FT was applied to the data to transform from frequency-domain to time-domain data. The 3-D resistivity structure model is obtained by inverting the MT impedance using ModEM code (Kelbert, A. et al., 2014). The primary 3-D resistivity structure model clarified that, a resistive structure (100-300 Ω.m) prevail the most of Kuju Volcano area. A very conductive structure (~1Ω.m) exists around Iowyama-Kuju area and extends with the depth towards the south-east part of Iowyama. In comparison with the previous studies, the resistive structure can be interpreted as lava and pyroclastic deposits, whereas the conductive structure around Iowyama-Kuju area is maybe corresponds to aquifers and altered layers.

Keywords: MT survey at Volcanic areas, 3D MT inversion, Hydro-thermal energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)
Preliminary Report on Themoluminescence Geothermal Exploration in Northern Area of Mt. Kurikoma (Akayumata-River), NE Japan.

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1]
*Hiroki Okano[1], Nobuo Hirano[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies Tohoku University

熱発光法（TL法）は、鉱物を加熱し発光を分析することで、鉱物中に蓄えられた放射線量を評価する手法である。熱的影響によって鉱物中の蓄積線量が変化することを利用し地熱評価を行う。本研究では栗駒北部地域を対象とし、地質調査を行い、熱発光分析や変質鉱物の検討を行った。

調査地域は新規火山岩類として高松岳溶岩類が高松岳周辺に分布し、下位には新第三紀の虎毛山凝灰岩層、赤湯又沢の温泉湧出点付近には泥岩からなる泥湯層が分布している。サンプルは虎毛山凝灰岩、および泥湯層から33個採取した。

TL分析の結果、赤湯又沢の温泉湧出点付近より下流でTL異常が確認された。しかし湯ノ又温泉付近ではTLの変化は見られなかった。赤湯又沢では沸騰した温泉が数か所から湧出しているのに対して、湯ノ又温泉は50℃ほどの温泉が1か所から湧出しているのみであった。1985~2015年における地震震源分布では、赤湯又、湯ノ又両地点の直下2~7kmの浅いところで震源クラスタが確認され、流体の存在が考えられる。また赤湯又沢では泥湯層が局所的な背斜構造により露出している。これらの構造に付随するき裂や断層に伴い、地下の熱水が地表に湧出している流路構造を予測することができる。

変質鉱物は虎毛山層、泥湯層ともに緑泥石、セリサイトなどによるグリーンタフ変質が確認された。また赤湯又沢の温泉湧出点付近ではカオリナイト、湯ノ又温泉付近と赤湯又沢の上流ではローモンタイトが認められる。TL異常はカオリナイトの分布には調和的であるが、ローモンタイトの分布とは異なっている。このことから、TLは変質鉱物とは異なった、温度時間影響についての情報を持っていることが予測される。今後より詳細な地下構造を調査しTLの温度依存性について定量的な分析を重ねることで、地表面のTLがもたらす情報の精度を高めることができると期待される。

キーワード：熱発光、地熱探査、物理探査
Keywords: thermoluminescence, geothermal exploration, geophysical exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究
Experimental Study of Critical Point Determination for Multicomponent Fluids using light-scattering Spectroscopic Method

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1]
*Nobuo Hirano[1], Yuta Oshima[1], Atsushi Okamoto[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental studies, Tohoku University

地殻流体は様々な地殻構成物質と反応した後の多成分流体であり、地球内部では超臨界状態にある場合が多い。これらの条件下での流体 - 岩石反応を知るためには、地殻流体の臨界点（CP）と相状態を知ることが非常に重要となる。しかし、地殻流体や海水など多成分流体の臨界点を流体成分を用いた状態方程式（EOS）による計算で直接決定することは困難であり、実験的に決定する必要がある。

超臨界流体中の分子は不均一に分布しており、流体中に密度の高い領域や疎な領域を形成することが知られている。このような分子分布の不均一性は密度ゆらぎと呼ばれ、この揺らぎの度合いはその流体のCP付近でで最大となることが知られている。

H_2OおよびCO_2のような純粋な物質については密度揺らぎを原因とする臨界タンパク光が亜臨界から超臨界への遷移において発現することが報告されており，分光学的に観察する事ができる。したがって、多成分流体においてもこのような変化を分光法で観察できれば、ＣＰ値を推定することが可能であると考えられる。

本研究の目的は、亜臨界/超臨界遷移状態にある多成分流体の溶液を分光学的に観察することにより，そのCPを容易に決定するための新しい測定技術/手順を確立することである。

キーワード：臨界点決定、多成分流体、超臨界流体、散乱光分光
Keywords: decision of critical point, multicomponent fluid, supercritical fluid, scatter spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University

Supercritical geothermal reservoir (SCGR) is a novel system in the geothermal field. Recently this geothermal system got a lot of attention from scholar since the successful of IDDP that encountered the supercritical fluid in Reykjanes and Krafla geothermal field. SCGR is promising exploited geothermal resource in the near future with several benefits in the economic and technical aspect. However the limited access to geological properties of SCGR system to optimize the potential of the system as well as to address the issue of the system lead us to investigate the natural analog that suitable with this system, Instead of we spend huge money for drilling activity. Porphyry copper deposit is a suitable candidate for SCGR analog where magma ascent from deep mantle and fluid infiltrate a ductile rock mass at ~600˚C, and stock work fracture as an important fluid pathway developed intensively.

The research was conducted on the largest porphyry copper deposit in northern Mongolia called Erdenet deposit. We used 700m depth drill core samples from an open pit. Based on texture and mineralogy, lithology of Erdenet comprises of quartz porphyry and granodiorite porphyry at shallow and deep level consecutively. Mineral assemblages of Quartz porphyry are qtz-ser-py-cp±cal and chl-plg-qtz±kfs for Granodiorite porphyry. Stockwork vein system can be well observed on certain samples and Er-22 (569.9m) reveal distinct vein generation process and evolution based on cross-cutting relationship. Qtz-Mo vein precipitated at the beginning of the process followed by the formation qtz-py±cp vein and those 2 vein type cut by qtz±cal vein. Fluid activity was investigated by several analytical techniques to measure mineral composition to further obtain thermodynamics properties (P-T conditions). Host rock crystallize at temperature 389-861˚C (measurement point from core to rim) using Ti-in-Quartz geothermometer under lithostatic pressure derived from a cotectic line in the Qz-Ab-Or ternary diagram. The similar methods perform to obtain quartz precipitation temperature of qtz-mo vein and the result show vein was precipitated at 323-678˚C (measurement point from core to rim). Fluid inclusion is a useful technique to determine the precipitation of the other two vein type. Qtz-py±cp vein homogenizes at temperature 147.8-358.9˚C with median 251.9˚C but the pressure regime and salinity of fluid are difficult to measure due to most of the inclusion size is less than 5μm. The last fluid activity marked by the presence of qtz±cal that cut all of the previous veins. The homogenization temperature is less than 200˚C.

The distribution of vein in the granodiorite porphyry system in Erdenet revealed the evolution of fluid in order to understand the geological properties of a supercritical geothermal reservoir. The emplacement of granodiorite at >600˚C followed by formation of qtz-mo vein that interpreted to have formed in the supercritical regime at 500-600˚C under lithostatic pressure and subsequent pressure drop to hydrostatic condition induce qtz-py±cp vein formation due to drop of silica solubility. Lithostatic to hydrostatic pressure shifting indicate by the presence of pervasive sericite alteration imply meteoric water had circulated into the system. The temperature of the system keeps decrease and precipitation of qtz±cal occurred as the last product on this system. Erdenet Cu-Mo provides a lesson regarding on fluid process and development of supercritical geothermal activity and strong candidate as a natural analog for advanced scientific studied in the future.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical geothermal reservoir, erdenet, porphyry deposit, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1]
*Hikaru Abe[1], Noriaki Watanabe[1], Kengo Nakamura[1], Atsushi Okamoto[1], Takeshi Komai[1]

1. 東北大学大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Superhot geothermal environments (above ca. 400˚C) represent a new geothermal energy frontier. However, the networks of permeable fractures capable of storing and transmitting fluids are likely to sealed by a rapid precipitation of amorphous silica in response to an occurrence of high-level of supersaturation for amorphous silica due to a phase change between liquid water, steam, and supercritical water. Here we report results of two sets of hydrothermal precipitation experiments at 400-500 ˚C and 20-35 MPa, which were respectively conducted to investigate characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments. In the first set of the precipitation experiments, liquid water with a prescribed Si concentration, which was prepared from water that dissolved granite at 360 ˚C and 35 MPa, was injected to a stainless-steel pipe, in which amorphous silica was precipitated at a prescribed combination of temperature (400-500 ˚C), pressure (20-35 MPa) and degree of saturation (1.5-2.5). As a result, spherical particles of amorphous silica of <10 μm (typically, 0.2-1.0 μm) were precipitated at all conditions. These particles tended to become smaller and aggregated with increasing temperature or degree of saturation (i.e., with increasing rate of nucleation), while there was no significant influence of pressure. Based on this finding, the second set of the precipitation experiments to investigate influences of the amorphous silica particles on permeability of fractured granite was conducted at 450°C, 25 MPa, and different degrees of saturation. The above-mentioned liquid water with a prescribed Si concentration was injected into a thermally fractured granite containing multiple fractures at an effective confining stress of 10 MPa, where initial permeability of the fractured granite was relatively high (ca. 10^{-16} m^2) because of the presence of fractures having relatively large apertures of >10 μm. As a result, permeability did not decrease with time at both conditions for the formations of larger and dispersed particles, and smaller and aggregated particles. This finding indicates that precipitation of amorphous silica does not always reduce permeability of fractured granite immediately, and silica particles will move to other locations after its formation. Therefore, in producing superhot geothermal energy, amorphous silica particles will be produced via a production well or will be trapped within fractured granite having a relatively lower initial permeability, therefore relatively smaller apertures. Although the present study has not been completed yet, it is suggested that in case of a superhot geothermal reservoir with permeability aperture large enough to transmit the amorphous silica particle, the permeability may not be destroyed even if precipitation of amorphous silica occurs rapidly.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan

*Fajar Febiani Amanda[1], Ryoichi Yamada[2], Satoshi Okumura[2], Masaoki Uno[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Graduate School of Science, Tohoku University

Fluids (especially water) are carried by oceanic plates which are subducted into the depth of the mantle and released through the dehydration process. Water migrates upward and contributes to the melting of the mantle wedge in the formation of an arc magma. The formation of volcanoes and igneous rocks as plutons in the arc magma produces geothermal energy sources and the formation of ore mineral deposits. Throughout its migration within the crust, the fluid evolves both in temperature and pressure, composition and amount. These fluid traces can be found among the minerals as melt and/or fluid inclusions in volcanic products, igneous plutons, and the veinlets. In this study, water budget estimated on the crust by determining the condition of P-T and composition of fluids in the volcanic rocks and igneous plutons including the host rock and veinlets.

Samples were taken from caldera fill sediment and porphyry copper deposits in NE Japan region. The P-T condition and fluid composition are measured from the melt inclusion in quartz from the caldera fill sediments and fluid inclusions in the granite intrusion and the veinlets. The sample is divided into several types, namely volcanic rock samples from caldera fill sediment, granite from porphyry copper deposits, and the veinlets contained in the granite body including quartz vein, glassy vein, and hydrothermal breccia vein. In volcanic rock samples, quartz crystals were picked, encased in resin and polished for major element and water content analysis. In granite samples and veinlets, the rock thin sections were made for fluid inclusion microthermometry analysis and fluid diffusion analysis using apatite mineral. Water budget in the upper crust is estimated from caldera fill sediments to be 2.3–7.6 t /yr/m. Water budget in the deeper part of the crust can then be determined from porphyry copper deposits.

Keywords: water budget, fluid evolution, melt inclusion, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion

*Astin Nurdiana[1], Atsushi Okamoto[1], Masaoki Uno[1], Kenta Yoshida[2], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University, 2. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology

Feldspar replacement is prevalent process within the crust which has been studied for decades. In particular, it is known that feldspar is texturally sensitive to an interaction with fluids, and the process often results in by the pore generation. Recently, Plümper, et al. (2017) proposed that such reaction-induced nanoporosity plays significant roles in pervasive fluid flow in the crusts, yet it is still unclear until what extent nanoporosity commonly presents and is affected by the feldspar replacement. In this study, we report novel pore structures that have been produced during feldspar replacement in the hornblende schist around the granitoid body.

The Kinkasan Island, which is part of southern Kitakami Mountains, mainly consists of the Cretaceous granitoid bodies with abundant pegmatite dikes, and metamorphic sequences, including hornblende (Hbl) schists and biotite schists. Quartz diorite, as the host plutonic body, and metamorphic rocks were formed under the conditions estimated to be 700-750˚C and 610-660˚C in 0.37-0.42 GPa, respectively. The Hbl schists are often cut by thin alkali feldspar veins in direction perpendicular to the foliation. In the matrix, primordial plagioclase grains (An48Ab52Or0) are generally replaced by patchy grains of albite (An4Ab94Or2) and alkali feldspar (An0Ab1Or99). The mass balance analyses of the plagioclase and alteration products show the gains of Si, K, and fewer Na, also loss of Ca and Al, indicating that feldspar replacement was induced by infiltration of the potassium-rich fluids (the K/Na molar ratio of 3). The detail observations by FIB-SEM reveal that the replacement process yields extensive amount of pore with throat size of ~0.1 –5 μm. These pores preferentially formed along the grain boundaries of newly-produced albite. Generally, the pores distribute throughout all the plagioclase grains without preference for matrix grain boundary, and formed 3D pore network that seems barely to continue. However, it increased the porosity of the rock up to ~2%. These features of pores related to the feldspar replacement suggests the importance of the reactive fluid infiltration through low-permeability metamorphic rocks, likewise give a new insight on how fluid propagation generate micro-to nano-scale porosity.

Reference: Plümper et al., 2017. Nature geoscience, 10, 685-690.

Keywords: feldspar replacement, pore network, potassium-rich fluids, fluid transport, FIB-SEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3]
*Manami Kadono[1], Shin-ichi Uehara[2], Miki Takahashi[3], Manami Kitamura[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. Department of Environment Systems, Graduate School of frontier Science, The University of Tokyo, 2. Department of Enviroment Science, Faculty of Science, Toho University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Recently, geothermal uses in the depth below the brittle-ductile boundary have been considered for collecting geothermal energy more efficiently than conventional geothermal uses [1]. One of them is supercritical geothermal power generation, which uses supercritical fluid of higher temperature and pressure than conventional type, and therefore output per power plant is expected to be increased [2]. In this geothermal development, there is a plan to artificially create geothermal reservoirs when the geothermal fluid enough for the power generation capacity does not exist in the rock. These artificial reservoirs are planned to be created through processes such as cooling rocks by water injection, emergence of brittle region, causing hydraulic fracturing, and then emergence of high permeability region. Here, crack generation and propagation by injecting water and cooling rock have some possibility of inducing earthquakes. Therefore, it is important to elucidate properties of crack generation and propagation in the rock in this situation. However, these properties have not been understood enough. In addition, clarifying the relationship between properties of crack distributions and elastic wave velocities, which is not established so far, may be of useful for investigating the crack distributions at actual geothermal development sites by elastic wave explorations.
In this study, we generate cracks in granite specimens by heating them up to 550℃ then cooling, and we clarified the relationship between the cooling rate and the conditions of crack distributions in the specimens. We also tried to clarify the relation between the crack conditions and physical properties such as (elastic wave velocity, porosity and elastic properties derived from the elastic wave velocities) .
Cylindrical specimens (20 mm in the diameter and 40 mm in the length) of granite from Oshima, Ehime Prefecture (initial porosity: <0.38 %, P and S wave velocity (V_P), (V_S) under water saturated condition: 5.96±0.14, 3.10±0.10 km/s, respectively) were used for the experiments. After being heated the specimens, were cooled in three ways with different cooling rates for the surface temperature (approximately 3.3 ℃/min, 17.7℃/min, and 516 ℃/sec). Observations of X-ray CT images revealed that microscopic cracks were generated in the specimens after the heating-cooling processes. Cracks were extracted from this CT images and the number of cracks was measured. The number of cracks per image (20 mm×40 mm) N was $600 < N < 2600$, and the faster the cooling rate was, the larger N per unit area was. This is probably because faster cooling rate causes the greater temperature difference between the center and surface of specimens, which causes larger difference in the degree of shrinkage of the minerals constituting the specimens, and then the minerals are easier to be separated from each other. When N is lager, the porosity is larger (0.60 - 0.82%), and V_P and V_S are smaller (4.63 - 4.86 and 1.69 - 2.15 km/s, respectively). Bulk modulus and shear modulus were decreased from 61 - 65 to 45 - 48 GPa and 24 - 26 to 7 - 13 GPa, respectively, through the heating-cooling processes. In the presentation, we will investigate the relationship between p, a parameter representing the distribution propability of cracks defined by Hestir & Long [3], and physical properties.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References
[1] Muraoka, H., Asanuma, H., Ito, H., 2013, geoscience magazine, 343 - 361.
[2] Yonekura, H., 2016, "TSC Foresight geothermal power generation" overview, https://www.nedo.go.jp/content/100789529.pdf, 1 - 33.
[3] Hestir, K., and Long, J., 1990, Journal of geophysical research, vol. 95, 21, 565 - 21, 581.

キーワード：花崗岩、亀裂、地熱
Keywords: Granite, Fracture, Geothermal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

地震発生後に地震動や地殻変動，津波の状況をリアルタイムに把握し，解析を行い，それに基づき，至近未来予測することが地震や津波の防災／減災につながるものと期待されている．これまでも，緊急地震速報などの地震動即時予測や津波の即時警報への応用がなされてきた．最近は、火山活動の観測においても噴火速報の運用も始まった．一方で，東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)やそれに伴う津波などにより，従来の手法の弱点も明らかになり、災害軽減へ向けて更なる改善の努力が進められている．本セッションでは，（準）リアルタイムでの地震動や地殻変動，津波，火山データの即時把握と解析の新しい考え方，手法，及び，地震や津波，火山の防災／減災に向けた即時予測への有効な応用に関する研究成果について広く議論する．

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討
Numerical Shake Prediction for earthquake early warning: prediction of distant future using Green function method

*干場 充之[1]
*Mitsuyuki Hoshiba[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

地震動即時予測では従来，震源位置とマグニチュード（M）の早期決定という考え方が多かったが，我々は，その新しい考え方として，揺れから揺れを予測する「揺れの数値予報」を提案している（Hoshiba and Aoki, 2015）．そこでは，データ同化手法を用いて現在の波動場をなるべく正確に把握し，その後に，波動伝播の物理を用いて，未来の波動場を予測する．Hoshiba and Aoki (2015)では震度の注目し，波形包絡線の予測を試みているが，同様な考え方を用いて，Furumura et al.(2018)は，長周期地震動の波形の即時予測を考察している．一方，津波即時予測においても，データ同化の適用をMaeda et al.(2015)が考察している．このように，地震動や津波の即時予測ではデータ同化を用い現状把握を行い，波動伝播の物理によって未来予測を行う考え方が進んでいる．

最近，津波の分野において，Wang et al.(2017)が，データ同化と未来予測にGreen関数を用いることを提案している．また，大峡ら（2018）は，このGreen関数法の適用を長周期地震動の即時予測に適用することを試みている．Hoshiba and Aoki (2015)では，逐次的に未来を予測することを行っていたため，遠い未来を予測するにはその分計算時間が必要であったが，Green関数を用いることで，近い未来でも遠い未来でも計算時間にほぼ差がなく予測が可能となる．近い未来の計算を省略して，遠い未来の予測のみを行うことも出来るようになる．

今回，このGreen関数を震度の予測（つまり，波形包絡線の予測）に適用すること検討する．波動伝播の物理の物理として，Hoshiba and Aoki(2015)と同様に輻射伝達理論を用いる．これは，波線理論に基づくもので，高周波近似に相当し，波動伝播をエネルギー伝播に置き換えて考察する．大きさが 1 のエネルギーが，場所(xi, yi)を方向ｑｎに伝播している場合に，時間T後の未来に，予測点（X, Y）付近を伝播しているエネルギー量を事前に計算しておく（Green関数：G(X,Y,T; xi, yi, qn)）．このグリーン関数とデータ同化によって得られているエネルギーの空間と方向の分布，E(xi, yi, qn)，との積を空間および方向積分することにより，予測点（X, Y）でのT秒後の未来を予測することが可能となる．

Green関数法では，予測する地点が少ない場合，遠い未来の予測も短時間で終了させることが可能となる．一方，多数の地点を予測する場合には、その分，計算時間がかかる．Green関数法は，予測する地点が少ない時に，遠い未来も含めた予測を行う場合に有効である．

キーワード：地震動即時予測、データ同化、グリーン関数、遠い未来の予測
Keywords: Earthquake Early Warning , Data Assimilation , Green function, prediction of distant future

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入
Introduction of forward scattering model into the Numerical Shake Prediction scheme

*小木曽 仁[1]
*Masashi Ogiso[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

我々は2011年東北地震で明らかになった緊急地震速報の課題に抜本的に対応するため、波動場のリアルタイムモニタリングに基づく地震動即時予測手法(e.g., Hoshiba, 2013)の研究を進めている。Hoshiba and Aoki (2015)はこの考えに基づき、データ同化を用いて現在の地震動エネルギー分布を推定したのち、2次元の輻射伝達理論を用いて未来の地震動を予測する「揺れの数値予報」の考えを提唱した。Hoshiba and Aoki (2015)では等方散乱モデルを用いて未来の地震動を計算しているが、等方散乱モデルでは直達波付近の地震波エンベロープを適切に表現することができない。本研究では、直達波からコーダ波まで地震波エンベロープ全体を適切に表現できる前方散乱モデル(e.g., Wegler et al., 2006)を「揺れの数値予報」に導入し、その予測結果と等方散乱モデルに基づいた予測結果を比較した。

地震動即時予測の対象とする地震は2016年熊本地震(Mw7.0)として、西南日本を予測対象領域とした。前方散乱を地震動予測に取り込むため、相関距離1km、速度揺らぎのRMS値を0.05とする指数関数型の2次元ランダム媒質を仮定し、ボルン近似によって非等方な散乱係数を計算した。この散乱係数を輻射伝達理論に取り込むことにより、前方散乱を考慮した地震波エンベロープが計算可能となる。なお、等方散乱モデルに基づく予測結果はOgiso et al. (2018)を参照した。

予測震度の最大値の残差を比較したところ、若干ながら等方散乱モデルに基づいた予測のほうが残差が小さかったが、エンベロープ全体の予測残差を比較すると前方散乱モデルに基づいた予測のほうが小さな残差という結果になった。これは、前方散乱モデルに基づいた予測エンベロープが主にコーダ波の部分において観測により近い結果となったためである。なお、等方散乱モデルにてコーダ波の部分の予測精度を向上させるような散乱パラメータを用いた場合、予測震度の最大値が過大評価になってしまう。すなわち、等方散乱モデルに基づいた予測では震度の最大値、またはコーダ波部分のエンベロープのどちらか一方のみ精度の高い予測が可能となるが、前方散乱モデルを用いることにより震度の最大値からエンベロープ形状全体にわたって精度よく予測できる可能性があることがわかった。

前方散乱モデル導入に伴う計算時間の増加は、あらかじめ散乱テーブルを計算しておく等の技法によって、ほぼ無視できる程度に抑えられるものと考えている。したがって、精度の高い地震動即時予測を目的とするならば「揺れの数値予報」には前方散乱モデルを導入するべきである。今後は前方散乱モデルを考慮した不均質減衰構造の推定と「揺れの数値予報」への導入に取り組み、さらなる地震動即時予測精度の向上を目指す。

謝辞

本研究にあたり、防災科研K-NET/KiK-netの波形を使用しました。また、JSPS科研費JSPS科研費JP17H02064及びJP18K13622の援助を受けています。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地震動即時予測、地震波散乱、地震波減衰
Keywords: real-time ground motion prediction, seismic wave scattering, seismic attenuation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み
Magnitude estimation by using ocean-bottom pressure gauge data

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3]
*Takeshi Nakamura[1], Eiichiro Araki[2], Narumi Takahashi[1], Kensuke Suzuki[2], Shunroku Yamamoto[3], Masahiro Korenaga[3], Shunta Noda[3]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. 公益財団法人鉄道総合技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Railway Technical Research Institute

大地震の発生が予想されている海溝やトラフ域周辺において、DONETやS-netをはじめとする海底リアルタイム地震観測網が整備されたことにより、海域で発生した地震のシグナル検知時間の短縮や検出限界の向上、震源決定等各種解析の精度向上が確認されている（Nakano et al., 2013）。一方、海底に設置した強震計の応答の非線形性や、強震計自体の回転・傾斜の影響によると考えられるシグナルがデータに混在することがあり、このようなシグナルは海底における地震動成分を解析する上で誤差要因となりうる。2016年4月1日に三重県南東沖で発生した中規模地震（Mjma 6.5）時のDONETの強震計データでは、距離減衰式から予想される値と比べて短周期の変位振幅が最大43倍増幅している上、海底観測点間の振幅のばらつきが陸上観測点間と比べて約2倍大きいことが示されている（Nakamura et al., 2018）。地震時の顕著な増幅や増幅のばらつきは、震源からの放射特性や構造の影響だけでは説明が難しく、応答の非線形性もしくは回転・傾斜の影響を起因とする、震源近傍の複数の強震計データに混入していた加速度オフセットのシグナルがその主因と考えられる。強震時のこのようなシグナルの混入は、マグニチュード評価や断層震源解析等の過大評価や結果の不安定性を招く。そこで本研究では、DONETの強震計（Metrozet社TSA-100S）に代わり、強震計の近くに設置されている水圧計（Paroscientific社8B7000-2）データの振幅解析を試み、強震計データの場合との比較評価から、水圧計データに基づくマグニチュード解析の可能性について検証を行った。

解析では、緊急地震速報や気象庁一元化震源リストの振幅マグニチュード計算で使用されている、変位周期6秒以下の帯域に着目した。近年、水圧計データから地震動成分を解析した研究が発表されており（例えば、Kubota et al., 2017）、周期帯によっては、水圧変動と上下方向の地震動が理論・観測の両面で一致する結果が示されている（Chao et al., 2017; Saito, 2017）。海底観測点の設置水深2,200 mの場合、周期6秒以下の帯域の水圧変動成分は、地動速度の上下動成分と対応しており（例えば、松本・他, 2012）、本研究では水圧波形を一回積分し、6秒のハイパスフィルターを適用することで、マグニチュード計算のための地動変位に相当する成分に変換した。変換後の波形の最大振幅値とマグニチュードを関係づける重回帰式を構築後、各イベントデータについてマグニチュードを推定した。

解析の結果、水圧計データの短周期振幅から推定した値は、気象庁一元化震源リストのマグニチュードと良く相関していることが分かった。推定値について、震源リストのマグニチュードに対する偏差（2σ）は0.70となり、強震計の3成分合成振幅値を使用した場合の偏差0.70と比べ、同等の結果となった。また、強震計で大きな加速度オフセットが見られた2016年4月1日三重県南東沖の地震（Mjma 6.5）時のデータについて、強震計の3成分合成振幅値を使用したマグニチュードは震源近傍のDONET1観測点で6.64–8.34の値であった一方、水圧計データを使ったマグニチュードは6.33–6.81となり、増幅が抑えられていることに加え、安定的な値であることも分かった。変位の短周期成分において、強震計と比べて水圧計は、強震時の応答の非線形性や回転・傾斜の影響が相対的に小さい可能性があり、水圧計の振幅データを活用することで、マグニチュードの安定的な推定につながるかもしれない。

キーワード：DONET、マグニチュード、水圧計、早期地震警報
Keywords: DONET, earthquake magnitude, pressure gauge, Earthquake Early Warning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算
Calculation of tsunami propagation by applying ray tracing based on the shortest path method to tsunamis

*関口 渉次[1]
*Shoji Sekiguchi[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

津波伝搬について表面波の波線追跡法を適用した研究(Satake,1988)はすでに存在しているが、ここでは最短経路法を元にした波線追跡法を適用した。通常の波線追跡法では、震源から出発する波線が速度分布(海洋底の深さ分布)に敏感に反応して目標の到達点に波線を導くことが困難な場合や、求められた波線がlocal minimumに陥っている場合がある。最短経路法を用いた波線追跡法にはそのような心配はない。太平洋地域と日本海地域についてそれぞれ最短経路法を適用した計算を実行してみた。地形データは１分サンプリングのETOPO1を元に、太平洋地域は１度間隔で±５度の近傍データで平均化したものを、日本海地域は0.1度間隔で±0.5度の近傍データで平均化したものを使用した。今回の最短経路法では領域を矩形のセルに分割しセル境界上に均等にノードを分布させセル内でノードを結ぶ直線を想定し伝播時間が最短になる経路を求める。はじめはセルを地形データが作る矩形に一致させ、境界上のノード数は５とし、そこからセルの数とノードの数をそれぞれ２倍に増やしていき、増やした時の平均的な伝播時間と元のそれとの差が６０秒以内になったところで元の時点で収束したと判定することにした。平均的な伝播時間は太平洋地域では地形データをサンプルした１度間隔の地点、日本海地域では同じく0.1度間隔の地点での伝播時間すべてを平均して求めた。震源は太平洋地域ではチリ沖、日本海地域では1983年日本海中部地震付近を想定した。収束したセルとノードの数はそれぞれ（１，１０）、（１，５）となり、所要計算時間はそれぞれ約3.14秒、0.60秒となった。以上のように最短経路法を適用することにより非常に短い計算時間で対象領域全地点での津波到着時間を見積もることができることが示された。なお、太平洋地域の場合、深さ1,000mより浅い地点は計算の対象外とした。

キーワード：津波、最短経路法
Keywords: tsunami, shortest path method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出
Derivation of the series expansion of Kajiura filter, Green's function of a tsunami

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1]
*Nobuki Kame[1], Tetsuya Kusakabe[1], Shingo Watada[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

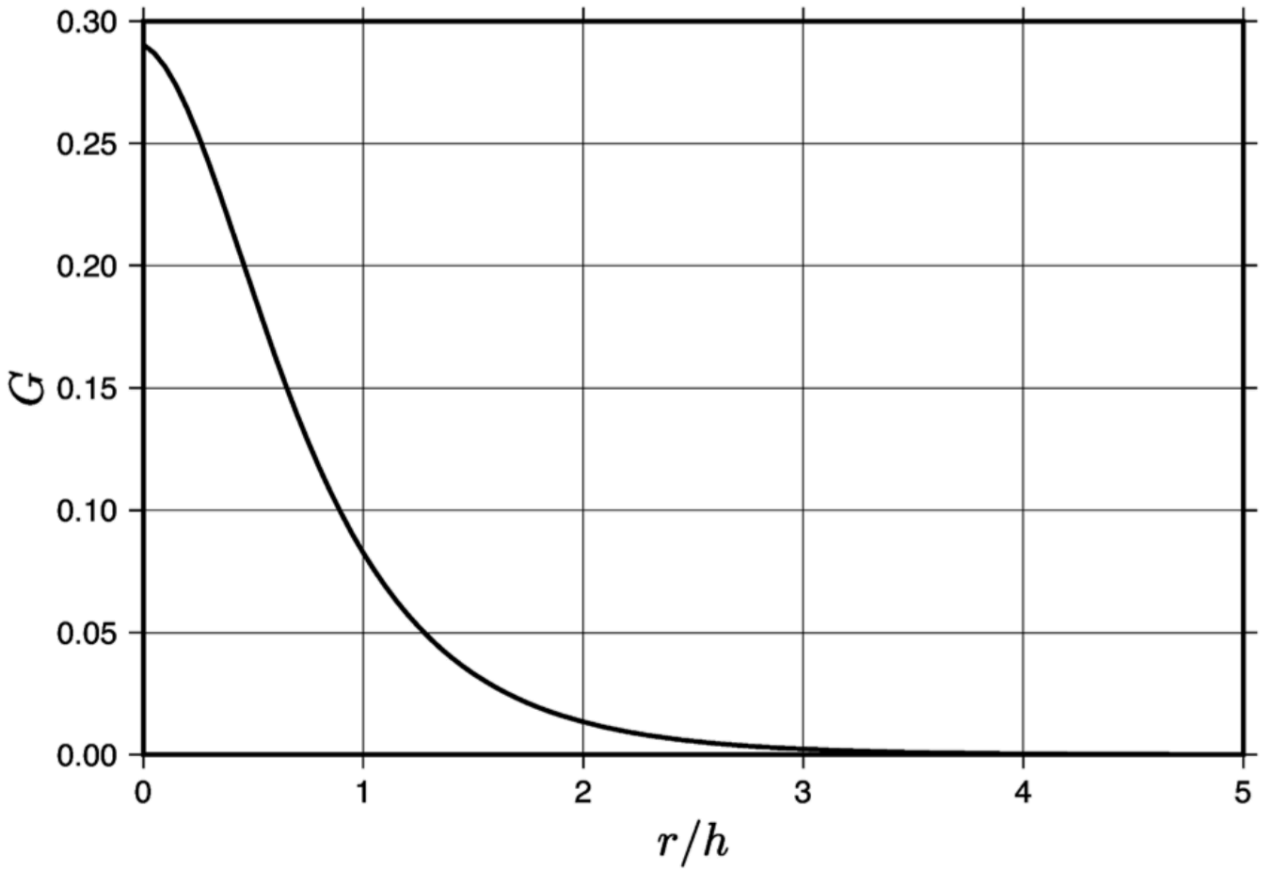
地震に伴う海底地殻変動は、海面変動を引き起こし、そこを源として津波が発生する。非圧縮非粘性流体を仮定し、一様の水深hのモデルを考える。直交座標系(x1、 x2、x3)を考え、x3方向を鉛直上向きにとる。海底面x3=0において上下変動D(x1、x2)が発生した時、瞬時に応答する海面x3=hにおける上下変動η(x1、x2)は、GとDの畳込みで表される。ここに現れるGは、海底面変位の時空間に関するデルタ関数入力に対する海面変動を表すグリーン関数(ここでは無次元量)であり、Kajiura filter [Kajiura (1963)]として広く津波研究において利用されており[例えば、Saito and Furumura (2009) 、 齊藤(2016)]、その起源はTakahashi (1942)の波数領域表現にある。 また、η(x1、x2)は空間領域の畳み込みの形式に加えて、波数領域での積の形をフーリエ逆変換して簡単に計算することも可能である[例えば、 齊藤(2016)]。 Kajiura filterの関数形をFig. 1に示す。グリーン関数の引数は全て水深hで規格化される。 Kajiura (1963)においてKajiura filter の積分表現と級数表現が示されている。実際の津波研究においては数値計算に便利な級数表現がもっぱら利用されている。Kajiura (1963)では、積分表現から出発し、「1/(cosh k)を指数関数で級数展開し項別積分を行うことにより」という注意のみで級数表現を直ちに示している。通常の学術論文では計算過程を全て記述しないのが普通であるが、必ずしも多くの人が式の導出をできるわけではない。ここに計算過程を解説することは有益と思い、本稿においてその式展開を詳細に示すことにする。

【参考文献】日下部 哲也・亀 伸樹・綿田 辰吾、津波のグリーン関数Kajiura filterの級数表現の導出、地震(第2輯)、第71 巻、117-119 頁、2018、DOI: 10.4294/zisin.2017-16

Fig. 1 Plot of Kajiura filter G(r/h), the initial surface displacement due to a spatiotemporal impulsive point displacement at the bottom.

キーワード：津波、グリーン関数、梶浦フィルター
Keywords: Tsunami, Green's Function, Kajiura Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_32

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

地震発生後に地震動や地殻変動，津波の状況をリアルタイムに把握し，解析を行い，それに基づき，至近未来予測することが地震や津波の防災／減災につながるものと期待されている．これまでも，緊急地震速報などの地震動即時予測や津波の即時警報への応用がなされてきた．最近は、火山活動の観測においても噴火速報の運用も始まった．一方で，東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)やそれに伴う津波などにより，従来の手法の弱点も明らかになり、災害軽減へ向けて更なる改善の努力が進められている．本セッションでは，（準）リアルタイムでの地震動や地殻変動，津波，火山データの即時把握と解析の新しい考え方，手法，及び，地震や津波，火山の防災／減災に向けた即時予測への有効な応用に関する研究成果について広く議論する．

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討
Numerical Shake Prediction for earthquake early warning: prediction of distant future using Green function method

*干場 充之[1]
*Mitsuyuki Hoshiba[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

地震動即時予測では従来，震源位置とマグニチュード（M）の早期決定という考え方が多かったが，我々は，その新しい考え方として，揺れから揺れを予測する「揺れの数値予報」を提案している（Hoshiba and Aoki, 2015）．そこでは，データ同化手法を用いて現在の波動場をなるべく正確に把握し，その後に，波動伝播の物理を用いて，未来の波動場を予測する．Hoshiba and Aoki (2015)では震度の注目し，波形包絡線の予測を試みているが，同様な考え方を用いて，Furumura et al.(2018)は，長周期地震動の波形の即時予測を考察している．一方，津波即時予測においても，データ同化の適用をMaeda et al.(2015)が考察している．このように，地震動や津波の即時予測ではデータ同化を用い現状把握を行い，波動伝播の物理によって未来予測を行う考え方が進んでいる．

最近，津波の分野において，Wang et al.(2017)が，データ同化と未来予測にGreen関数を用いることを提案している．また，大峡ら（2018）は，このGreen関数法の適用を長周期地震動の即時予測に適用することを試みている．Hoshiba and Aoki (2015)では，逐次的に未来を予測することを行っていたため，遠い未来を予測するにはその分計算時間が必要であったが，Green関数を用いることで，近い未来でも遠い未来でも計算時間にほぼ差がなく予測が可能となる．近い未来の計算を省略して，遠い未来の予測のみを行うことも出来るようになる．

今回，このGreen関数を震度の予測（つまり，波形包絡線の予測）に適用すること検討する．波動伝播の物理の物理として，Hoshiba and Aoki(2015)と同様に輻射伝達理論を用いる．これは，波線理論に基づくもので，高周波近似に相当し，波動伝播をエネルギー伝播に置き換えて考察する．大きさが 1 のエネルギーが，場所(xi, yi)を方向ｑｎに伝播している場合に，時間T後の未来に，予測点（X, Y）付近を伝播しているエネルギー量を事前に計算しておく（Green関数：G(X,Y,T; xi, yi, qn)）．このグリーン関数とデータ同化によって得られているエネルギーの空間と方向の分布，E(xi, yi, qn)，との積を空間および方向積分することにより，予測点（X, Y）でのT秒後の未来を予測することが可能となる．

Green関数法では，予測する地点が少ない場合，遠い未来の予測も短時間で終了させることが可能となる．一方，多数の地点を予測する場合には、その分，計算時間がかかる．Green関数法は，予測する地点が少ない時に，遠い未来も含めた予測を行う場合に有効である．

キーワード：地震動即時予測、データ同化、グリーン関数、遠い未来の予測
Keywords: Earthquake Early Warning , Data Assimilation , Green function, prediction of distant future

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入
Introduction of forward scattering model into the Numerical Shake Prediction scheme

*小木曽 仁[1]
*Masashi Ogiso[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

我々は2011年東北地震で明らかになった緊急地震速報の課題に抜本的に対応するため、波動場のリアルタイムモニタリングに基づく地震動即時予測手法(e.g., Hoshiba, 2013)の研究を進めている。Hoshiba and Aoki (2015)はこの考えに基づき、データ同化を用いて現在の地震動エネルギー分布を推定したのち、2次元の輻射伝達理論を用いて未来の地震動を予測する「揺れの数値予報」の考えを提唱した。Hoshiba and Aoki (2015)では等方散乱モデルを用いて未来の地震動を計算しているが、等方散乱モデルでは直達波付近の地震波エンベロープを適切に表現することができない。本研究では、直達波からコーダ波まで地震波エンベロープ全体を適切に表現できる前方散乱モデル(e.g., Wegler et al., 2006)を「揺れの数値予報」に導入し、その予測結果と等方散乱モデルに基づいた予測結果を比較した。

地震動即時予測の対象とする地震は2016年熊本地震(Mw7.0)として、西南日本を予測対象領域とした。前方散乱を地震動予測に取り込むため、相関距離1km、速度揺らぎのRMS値を0.05とする指数関数型の2次元ランダム媒質を仮定し、ボルン近似によって非等方な散乱係数を計算した。この散乱係数を輻射伝達理論に取り込むことにより、前方散乱を考慮した地震波エンベロープが計算可能となる。なお、等方散乱モデルに基づく予測結果はOgiso et al. (2018)を参照した。

予測震度の最大値の残差を比較したところ、若干ながら等方散乱モデルに基づいた予測のほうが残差が小さかったが、エンベロープ全体の予測残差を比較すると前方散乱モデルに基づいた予測のほうが小さな残差という結果になった。これは、前方散乱モデルに基づいた予測エンベロープが主にコーダ波の部分において観測により近い結果となったためである。なお、等方散乱モデルにてコーダ波の部分の予測精度を向上させるような散乱パラメータを用いた場合、予測震度の最大値が過大評価になってしまう。すなわち、等方散乱モデルに基づいた予測では震度の最大値、またはコーダ波部分のエンベロープのどちらか一方のみ精度の高い予測が可能となるが、前方散乱モデルを用いることにより震度の最大値からエンベロープ形状全体にわたって精度よく予測できる可能性があることがわかった。

前方散乱モデル導入に伴う計算時間の増加は、あらかじめ散乱テーブルを計算しておく等の技法によって、ほぼ無視できる程度に抑えられるものと考えている。したがって、精度の高い地震動即時予測を目的とするならば「揺れの数値予報」には前方散乱モデルを導入するべきである。今後は前方散乱モデルを考慮した不均質減衰構造の推定と「揺れの数値予報」への導入に取り組み、さらなる地震動即時予測精度の向上を目指す。

謝辞

本研究にあたり、防災科研K-NET/KiK-netの波形を使用しました。また、JSPS科研費JSPS科研費JP17H02064及びJP18K13622の援助を受けています。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地震動即時予測、地震波散乱、地震波減衰
Keywords: real-time ground motion prediction, seismic wave scattering, seismic attenuation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み
Magnitude estimation by using ocean-bottom pressure gauge data

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3]
*Takeshi Nakamura[1], Eiichiro Araki[2], Narumi Takahashi[1], Kensuke Suzuki[2], Shunroku Yamamoto[3], Masahiro Korenaga[3], Shunta Noda[3]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. 公益財団法人鉄道総合技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Railway Technical Research Institute

大地震の発生が予想されている海溝やトラフ域周辺において、DONETやS-netをはじめとする海底リアルタイム地震観測網が整備されたことにより、海域で発生した地震のシグナル検知時間の短縮や検出限界の向上、震源決定等各種解析の精度向上が確認されている（Nakano et al., 2013）。一方、海底に設置した強震計の応答の非線形性や、強震計自体の回転・傾斜の影響によると考えられるシグナルがデータに混在することがあり、このようなシグナルは海底における地震動成分を解析する上で誤差要因となりうる。2016年4月1日に三重県南東沖で発生した中規模地震（Mjma 6.5）時のDONETの強震計データでは、距離減衰式から予想される値と比べて短周期の変位振幅が最大43倍増幅している上、海底観測点間の振幅のばらつきが陸上観測点間と比べて約2倍大きいことが示されている（Nakamura et al., 2018）。地震時の顕著な増幅や増幅のばらつきは、震源からの放射特性や構造の影響だけでは説明が難しく、応答の非線形性もしくは回転・傾斜の影響を起因とする、震源近傍の複数の強震計データに混入していた加速度オフセットのシグナルがその主因と考えられる。強震時のこのようなシグナルの混入は、マグニチュード評価や断層震源解析等の過大評価や結果の不安定性を招く。そこで本研究では、DONETの強震計（Metrozet社TSA-100S）に代わり、強震計の近くに設置されている水圧計（Paroscientific社8B7000-2）データの振幅解析を試み、強震計データの場合との比較評価から、水圧計データに基づくマグニチュード解析の可能性について検証を行った。

解析では、緊急地震速報や気象庁一元化震源リストの振幅マグニチュード計算で使用されている、変位周期6秒以下の帯域に着目した。近年、水圧計データから地震動成分を解析した研究が発表されており（例えば、Kubota et al., 2017）、周期帯によっては、水圧変動と上下方向の地震動が理論・観測の両面で一致する結果が示されている（Chao et al., 2017; Saito, 2017）。海底観測点の設置水深2,200 mの場合、周期6秒以下の帯域の水圧変動成分は、地動速度の上下動成分と対応しており（例えば、松本・他, 2012）、本研究では水圧波形を一回積分し、6秒のハイパスフィルターを適用することで、マグニチュード計算のための地動変位に相当する成分に変換した。変換後の波形の最大振幅値とマグニチュードを関係づける重回帰式を構築後、各イベントデータについてマグニチュードを推定した。

解析の結果、水圧計データの短周期振幅から推定した値は、気象庁一元化震源リストのマグニチュードと良く相関していることが分かった。推定値について、震源リストのマグニチュードに対する偏差（2σ）は0.70となり、強震計の3成分合成振幅値を使用した場合の偏差0.70と比べ、同等の結果となった。また、強震計で大きな加速度オフセットが見られた2016年4月1日三重県南東沖の地震（Mjma 6.5）時のデータについて、強震計の3成分合成振幅値を使用したマグニチュードは震源近傍のDONET1観測点で6.64–8.34の値であった一方、水圧計データを使ったマグニチュードは6.33–6.81となり、増幅が抑えられていることに加え、安定的な値であることも分かった。変位の短周期成分において、強震計と比べて水圧計は、強震時の応答の非線形性や回転・傾斜の影響が相対的に小さい可能性があり、水圧計の振幅データを活用することで、マグニチュードの安定的な推定につながるかもしれない。

キーワード：DONET、マグニチュード、水圧計、早期地震警報
Keywords: DONET, earthquake magnitude, pressure gauge, Earthquake Early Warning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算
Calculation of tsunami propagation by applying ray tracing based on the shortest path method to tsunamis

*関口 渉次[1]
*Shoji Sekiguchi[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

津波伝搬について表面波の波線追跡法を適用した研究(Satake,1988)はすでに存在しているが、ここでは最短経路法を元にした波線追跡法を適用した。通常の波線追跡法では、震源から出発する波線が速度分布(海洋底の深さ分布)に敏感に反応して目標の到達点に波線を導くことが困難な場合や、求められた波線がlocal minimumに陥っている場合がある。最短経路法を用いた波線追跡法にはそのような心配はない。太平洋地域と日本海地域についてそれぞれ最短経路法を適用した計算を実行してみた。地形データは１分サンプリングのETOPO1を元に、太平洋地域は１度間隔で±５度の近傍データで平均化したものを、日本海地域は0.1度間隔で±0.5度の近傍データで平均化したものを使用した。今回の最短経路法では領域を矩形のセルに分割しセル境界上に均等にノードを分布させセル内でノードを結ぶ直線を想定し伝播時間が最短になる経路を求める。はじめはセルを地形データが作る矩形に一致させ、境界上のノード数は５とし、そこからセルの数とノードの数をそれぞれ２倍に増やしていき、増やした時の平均的な伝播時間と元のそれとの差が６０秒以内になったところで元の時点で収束したと判定することにした。平均的な伝播時間は太平洋地域では地形データをサンプルした１度間隔の地点、日本海地域では同じく0.1度間隔の地点での伝播時間すべてを平均して求めた。震源は太平洋地域ではチリ沖、日本海地域では1983年日本海中部地震付近を想定した。収束したセルとノードの数はそれぞれ（１，１０）、（１，５）となり、所要計算時間はそれぞれ約3.14秒、0.60秒となった。以上のように最短経路法を適用することにより非常に短い計算時間で対象領域全地点での津波到着時間を見積もることができることが示された。なお、太平洋地域の場合、深さ1,000mより浅い地点は計算の対象外とした。

キーワード：津波、最短経路法
Keywords: tsunami, shortest path method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出
Derivation of the series expansion of Kajiura filter, Green's function of a tsunami

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1]
*Nobuki Kame[1], Tetsuya Kusakabe[1], Shingo Watada[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

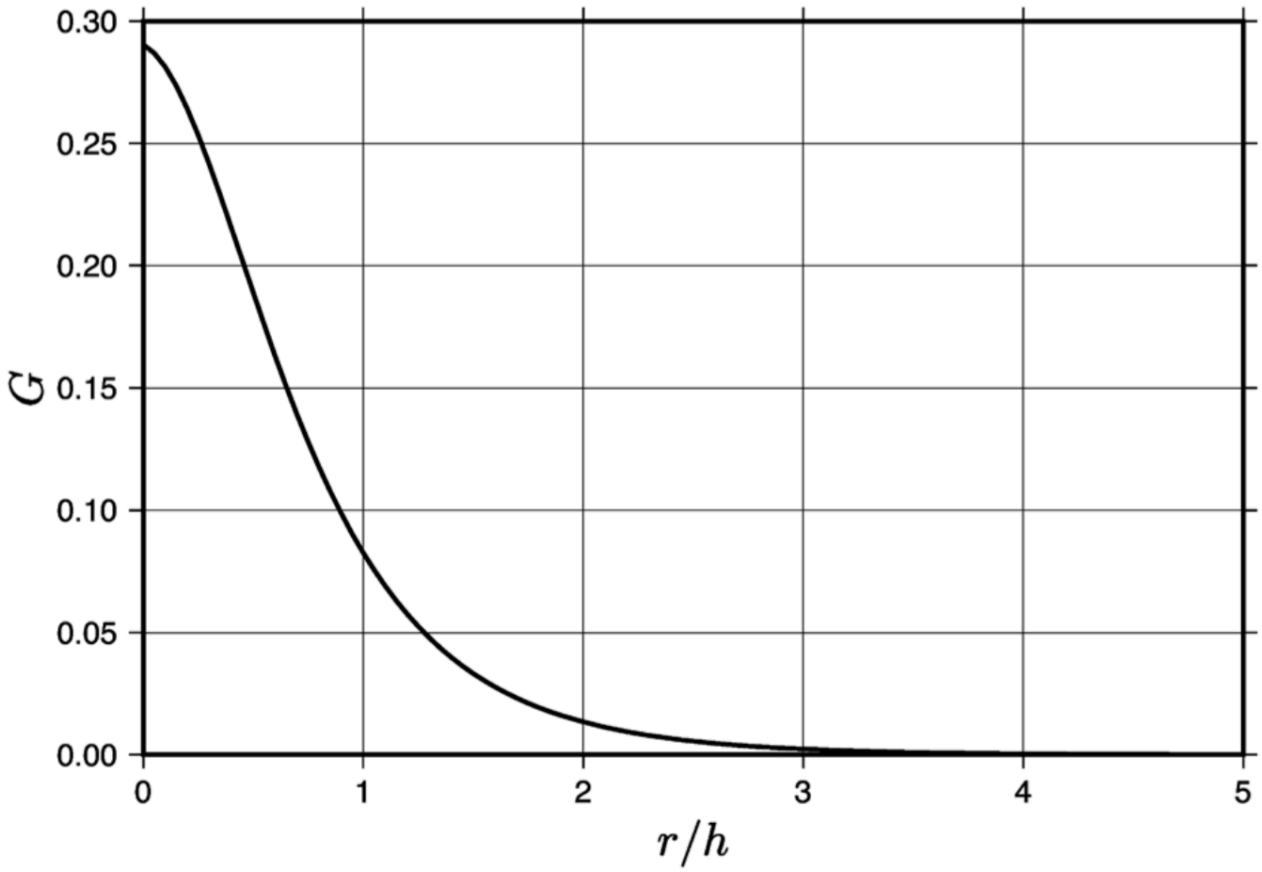
地震に伴う海底地殻変動は、海面変動を引き起こし、そこを源として津波が発生する。非圧縮非粘性流体を仮定し、一様の水深hのモデルを考える。直交座標系(x1、 x2、x3)を考え、x3方向を鉛直上向きにとる。海底面x3=0において上下変動D(x1、x2)が発生した時、瞬時に応答する海面x3=hにおける上下変動η(x1、x2)は、GとDの畳込みで表される。ここに現れるGは、海底面変位の時空間に関するデルタ関数入力に対する海面変動を表すグリーン関数(ここでは無次元量)であり、Kajiura filter [Kajiura (1963)]として広く津波研究において利用されており[例えば、Saito and Furumura (2009) 、 齊藤(2016)]、その起源はTakahashi (1942)の波数領域表現にある。 また、η(x1、x2)は空間領域の畳み込みの形式に加えて、波数領域での積の形をフーリエ逆変換して簡単に計算することも可能である[例えば、 齊藤(2016)]。 Kajiura filterの関数形をFig. 1に示す。グリーン関数の引数は全て水深hで規格化される。 Kajiura (1963)においてKajiura filter の積分表現と級数表現が示されている。実際の津波研究においては数値計算に便利な級数表現がもっぱら利用されている。Kajiura (1963)では、積分表現から出発し、「1/(cosh k)を指数関数で級数展開し項別積分を行うことにより」という注意のみで級数表現を直ちに示している。通常の学術論文では計算過程を全て記述しないのが普通であるが、必ずしも多くの人が式の導出をできるわけではない。ここに計算過程を解説することは有益と思い、本稿においてその式展開を詳細に示すことにする。

【参考文献】日下部 哲也・亀 伸樹・綿田 辰吾、津波のグリーン関数Kajiura filterの級数表現の導出、地震(第2輯)、第71 巻、117-119 頁、2018、DOI: 10.4294/zisin.2017-16

Fig. 1 Plot of Kajiura filter G(r/h), the initial surface displacement due to a spatiotemporal impulsive point displacement at the bottom.

キーワード：津波、グリーン関数、梶浦フィルター
Keywords: Tsunami, Green's Function, Kajiura Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

地球生命史セッションは、地質時代を通じた古生物に関する研究全般、および地球生命圏の変遷発展に興味を持つ科学者の間の情報交換の場となることを目的とする。地球生命史は、それ自体が我々が住むこの星の豊かさを象徴するものであるとともに、海洋・大陸・島弧など地史の理解に欠かせない役割を持ち、古気候学や進化生物学とも深い関係を有している。生物とそれを取り巻く環境との間の相互作用の変遷、すなわち生態系の進化についての理解を深めるために、生物学的・生化学的アプローチの重要性も日に日に増している。本セッションでは、これら生命の歴史・進化と地球表層環境の変遷に関して、様々な専門分野の視点から総合的に議論したい。

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

Simultaneous observations of both hard and soft tissues of *Oulastrea crispata* (Cnidaria: Scleractinia)

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1]
*Rie Tajiri[1], Yuki Tokuda[2], Yoichi Ezaki[1]

1. 大阪市立大学、2. 鳥取環境大学
1. Osaka City University, 2. Tottori University of Environment Studies

Oulastrea crispata is a zooxanthellate colonial Scleractinia with a black skeleton. This coral inhabits areas of very shallow water where mud accumulates, and occupies the northernmost range of Japanese zooxanthellate corals. In this study, the hard and soft tissues of *O. crispata* were observed simultaneously by transmitted-light binocular microscope, fluorescence microscope, and scanning electron microscope by using the resin penetration technique (Tajiri and Fujita 2013) and the dehydration method (Tajiri and Ezaki 2018). Symbiotic algae are considered to play a key role in the life of *O. crispata*; however, the spatial distribution of such algae within the coral remains unknown. The present observations indicate that algal density is extremely high in the outer layers of polyps, and algae are densely distributed adjacent to the radial septa that partition the inner parts of polyps. The algal density is lower in deeper parts of polyps, and algae are scarce in the deepest part (up to 1 cm in depth), suggesting that little sunlight, if any, is available for photosynthesis. The hard skeletons of *O. crispata* are locally bored by euendoliths, which include microorganisms such as cyanobacteria, Chlorophyta, Rhodophyta, and fungi. These organisms erode not only the postmortem skeletal remains but also the living skeletons (e.g. Le Campion-Alsumard et al. 1995; Tribollet 2007). In living *Oulastrea*, skeletons located near the underlying hard substrate are intensively bored by euendoliths, mainly cyanobacteria and Chlorophyta. Endolithic filaments invade the soft parts of the coral, and the density of endolithic traces is lower near the upper part of skeletons and rare in upper peripheral areas. In contrast, both the lower and upper parts of dead skeletons are affected by intense endolithic activity. *O. crispata* manages to survive the prolonged biotic attack, especially the effects on its lower parts near the substrate that are subjected to a severe environment of intensive sedimentation and mechanical erosion.

キーワード：キクメイシモドキ、薄片、軟組織、褐虫藻、euendolith、シアノバクテリア
Keywords: Oulastrea crispata, thin section, soft tissue, zooxanthella, euendolith, cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

Coral-based paleoenvironmental interpretation and depositional history of the late middle Pleistocene Minatogawa Formation, southern Okinawa-jima, Japan

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2]
*Riho Tomatsu[1], Marc Humblet[1], Kazuhiko Fujita[2]

1. 名古屋大学環境学研究科、2. 琉球大学理学部物質地球科学科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Department of Physics and Earth Sciences, University of the Ryukyus

琉球列島には第四紀環境変動の記録を残したサンゴ礁複合体堆積物が広く分布している（i.e., 琉球層群；<1.45–1.65 Ma）．なかでも，「新期石灰岩」として知られる<0.4 Maのサンゴ礁複合体堆積物は，アグラデーショナルもしくはレトログラデーショナルな累重様式を示す沈降傾向の期間（>0.4 Ma）からオフラップの累重様式を示す隆起傾向の期間（<0.4 Ma）への大規模な堆積様式の変化を記録している．本研究では，これらのうち最終間氷期[Marine Isotope Stage (MIS) 5] またはその前の間氷期（MIS 7）に形成したとされる港川層において調査を行った．港川層は沖縄本島南部やその周辺の島々に露出し，主にサンゴ石灰岩（バウンドストーン）と淘汰のよい砕屑性石灰岩（主に有孔虫化石に富むグレインストーン）の2つの岩相から成る．本層のサンゴ石灰岩はサンゴ化石を豊富に含むが，詳細な分類学的研究は行われておらず，港川層形成時の環境変動についても未解明なままである．

そこで本研究では，港川層のサンゴ化石の群集組成および時空間分布，堆積物の特徴を調べ，海水準と堆積環境の変動を復元することを目的として調査を行った．調査地である沖縄本島南部に位置する採石場では，港川層は下位から順にUnit 1–4の4つのUnitに分けられる．本研究ではそれらのうち2つのUnit（Unit 2，3）について調査を行った．

港川層のUnit 2，3から5つのサンゴ群集が確認された：群集1a（水深0–5 m），群集1 b（水深0–25 m，低エネルギー環境），群集2（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境），群集3a（水深0–20 m），群集3b（水深3–12 m）．本研究では，港川層のUnit 2と3は異なる過程で形成されたことが示唆された．Unit 2におけるサンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩は，同時代に類似した環境下（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境）で形成された．一方，Unit 3からは，サンゴ群集の時系列変化（群集1a→1b→3a→3b）が確認された．また，サンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩の間には溶解面が確認され，時間間隙があることも分かった．これらの結果から，Unit 3形成時には少なくとも2回の海進・海退サイクルがあったといえる．また，それらの形成と同時期に形成された断層が確認されたことから，港川層のサンゴ礁は地殻変動による小規模な水深の変化によっても影響を受けていた可能性がある．

キーワード：サンゴ化石群集、中期更新世、海水準変動、隆起、港川層、沖縄
Keywords: fossil coral communities, late middle Pleistocene, environmental and sea level changes, tectonic uplift, Minatogawa Formation, Okinawa-jima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3]
*Daisuke Kuwano[1], Yoshimi Kubota[2], Kanako Mantoku[2], Koji Kameo[3]

1. 千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2. 国立科学博物館、3. 千葉大学理学研究院地球科学研究部門
1. Division of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Department of Earth Sciences, faculty of Science, Chiba University

Calcareous nannofossils, tiny calcite shells produced by calcareous nannoplankton, have been utilized to correlate marine strata and to determine their geologic ages. In the Quaternary, traceable sixteen nannofossil biohorizons were recognized (e.g., Sato et al., 1991) and some chronological studies have been done in order to test whether they were synchronous events or not based on comparative studies with astronomically tuned timescale in the equatorial Atlantic, the equatorial Pacific and the Mediterranean (e.g., Gradstein et al., 2012). This study aims at establishing the early Pleistocene age model based on oxygen isotopes in the central part of the Pacific side of Japan and evaluating synchrony of the early Pleistocene nannofossil biohorizons detected by Kuwano et al. (2019). We analyzed stable oxygen isotopes of a planktonic foraminifera, *Globorotalia inflata* from the upper part of Kiwada Formation in the Kazusa Group, a lower Pleistocene formation in the Pacific side of Japan. Isotopic measurements were performed by MAT253 Isotope mass spectrometer coupled with a Kiel IV carbonate device in the National Museum of Nature and Science.

An oxygen isotope curve obtained from 44 samples was correlated with the LR04 stack curve (Lisiecki and Raymo, 2005) and Marine Isotope Stages (MIS) 40 to 36 were recognized in the formation. Two calcareous nannofossil biohorizons, the last occurrences (LO) of large forms of *Gephyrocapsa* (>5.5 μm) and *Helicosphaera sellii* coincide with MIS 37/38 boundary and MIS 40, respectively. The LO of large forms of *Gephyrocapsa* is slightly older than those in other areas because this biohorizon is mostly situated in the early part of MIS 37 (Raffi et al., 2006). On the other hand, the LO of *Helicosphaera sellii* is found in MIS 38 in the northeastern Atlantic (Sato et al., 2009) and MIS 42 in the eastern equatorial Pacific (Wei, 1993). This biohorizon is possibly diachronous bioevent due to sporadic occurrences of this species.

Reference

Kuwano et al, 2019, Micropaleontological Reference Center Meeting 2019, O-4., Gradstein et al., 2012, The Geologic Time Scale 2012. Boston, USA, Elsevier, 1083-1127., Lisiecki and Raymo, 2005, Paleoceanography, 20, PA1003., Raffi et al., 2006, Quaternary Science Reviews, 25, 3113-3137., Sato et al., 1991, Scientific Results, ODP, 117, 37-54., Sato et al., 2009, Date Report, IODP, 303/306., Wei, 1993, Paleoceanography, 8, 85-99.

キーワード：石灰質ナノ化石、化石基準面、第四紀、酸素同位体層序
Keywords: Calcareous nannofossil, Biohorizon, Quaternary, Oxygen isotope stratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物
Cretaceous and Miocene geology and paleontology of the Tounai River region, Biratori, Hokkaido

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎
*Isao Motoyama[1], Kotaro Uchimura[2], Tomohiro Nishimura[3], Yojiro Taketani

1. 山形大学理学部、2. 国土防災技術株式会社、3. むかわ町穂別博物館
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Yamagata University, 2. JCE Co.,LTD, 3. Hobetsu Museum

The Cretaceous rocks of the Yezo Group exposed in the Hobetsu district are richly fossiliferous containing marine mollusks (mainly inoceramids and ammonites), reptiles (mosasaurs, plesiosaurs and turtles) and echinoids and, therefore, many geological and paleontological works have been done so far. The Cretaceous rocks extend to the south, adjacent Biratori district, but works were less common there. We have carried out mapping to provide a revised geological map in the Tounai River area, Biratori Town, and analyzed molluscan and radiolarian fossils to estimate depositional ages. This is the first report of radiolarians from this area.

The Cretaceous Yezo Group in this area is subdivided into the Kashima and Hakobuchi Formations in ascending order and is cut by some faults. The Kashima Formation comprises fairly monotonous, hemipelagic mudstone intercalating with many acidic tuff beds. The Hakobuchi Formation is composed mainly of sandstone, conglomerate and sandy mudstone. Cross-bedded sandstone and minor coal beds suggest shallow-marine depositional environments for the Hakobuchi Formation. As a result, it has been recognized that the Kashima Formation distributes in the western part of the studied area and probably extends north to the neighboring region where the distribution of the Kashima Formation was discovered in 2015 by Negishi and coworkers. It is previously estimated that the Kashima Formation forms an anticlinal structure in the northern part of the Tounai River area. However, our investigation about facies and structures of tuff beds does not support such fold structure.

Fossils occurred throughout the Cretaceous sequence concerned here. Molluscan fossils, including *Inoceramus amakusensis*, *Inoceramus japonicus* and *Eupachydiscus haradai*, collected from the Kashima Formation of the studied section indicate ages of Santonian to Campanian. Radiolarian assemblages include *Amphipyndax stocki*, *Lithocampe manifesta* and *Spongotripus morenoensis*, suggesting ages of Coniacian to Maastrichtian for the Kashima Formation.

Miocene rocks distribute in the western margin of the studied area and are bounded from the Cretaceous rocks by a fault. The Miocene rocks subdivided into the Takinoue and Kawabata Formations in ascending order. The Takinoue Formation consists of mudstone and sandstone. Strata of the Kawabata Formation are dominated by interbedded mudstone and sandstone representing turbidite facies of deep-sea fans. In the studied area, the lower part of the Kawabata Formation crops out. Radiolarians were almost absent from the samples collected from these Miocene formations.

キーワード：蝦夷層群、アンモナイト、イノセラムス、放散虫
Keywords: Yezo Group, Ammonoid, Inoceramus, Radiolaria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

Response of benthic organisms to oceanic anoxic event in the Early Jurasic (T-OAE): Insights from quantitative analysis of the trace fossil Phycosiphon from the Nishinakayama Formation, Toyora Group

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1]
*Kyosuke Kitabatake[1,2], Kentaro Izumi[3], Kenji Okoshi[1]

1. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、2. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3. 千葉大学教育学部
1. Department of Environmental Science, Faculty of Science, Toho University, 2. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University, 3. Faculty & Graduate School of Education, Chiba University

トアルシアン期前期(ジュラ紀前期)の海洋無酸素事変(T-OAE)に関する古生物学的研究は海洋性微化石を含む体化石に主に焦点が当てられてきた。しかし、生痕を形成する軟組織のみから構成された海洋ベントスの古生態を理解するために重要な生痕化石は、比較的研究例が少ない。そのため、本研究では、T-OAE期におけるベントスの応答を評価するため、ジュラ紀前期の浅海層である豊浦層群西中山層(山口県下関市)より産出した小型ベントスの生痕化石*Phycosiphon*の単位面積当たりの被度・フラクタル次元・最大径を計測した。そして、これらの結果を用いて、小型ベントスの行動量、行動様式、最大サイズを推定した。更に、ジュラ紀前期の海洋の酸化還元状態を推定するため、先行研究の地球化学的なデータに加えて、本研究で新たにフランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測を行い、平均サイズと標準偏差を求めた。

解析の結果、T-OAE期において*Phycosiphon*の被度・フラクタル次元が低下し、最大サイズも減少していた。また、フランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測の結果より、T-OAE期の海洋水塊中ではeuxinicな環境が卓越していたことが示唆された。先行研究の地球化学データに基づくと、海洋底層水においては主にdysoxicな環境が卓越していたと考えられる。以上より、ジュラ紀前期の海洋酸化還元環境の変動が、小型ベントスの生態や体サイズに対して制約を引き起こし越していた可能性がある。一般的には小型生物は大型生物に比べて環境変動の影響を受けにくいと見なされているが、T-OAEの影響は小型ベントスにまで及んでいたことが示唆された。

キーワード：生痕化石、Phycosiphon、トアルシアン期、海洋無酸素事変、豊浦層群、西中山層
Keywords: Trace fossil, Phycosiphon, Toarcian, Oceanic Anoxic Event, Toyora Group, Nishinakayama Formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_33

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

地球生命史セッションは、地質時代を通じた古生物に関する研究全般、および地球生命圏の変遷発展に興味を持つ科学者の間の情報交換の場となることを目的とする。地球生命史は、それ自体が我々が住むこの星の豊かさを象徴するものであるとともに、海洋・大陸・島弧など地史の理解に欠かせない役割を持ち、古気候学や進化生物学とも深い関係を有している。生物とそれを取り巻く環境との間の相互作用の変遷、すなわち生態系の進化についての理解を深めるために、生物学的・生化学的アプローチの重要性も日に日に増している。本セッションでは、これら生命の歴史・進化と地球表層環境の変遷に関して、様々な専門分野の視点から総合的に議論したい。

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

Simultaneous observations of both hard and soft tissues of *Oulastrea crispata* (Cnidaria: Scleractinia)

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1]
*Rie Tajiri[1], Yuki Tokuda[2], Yoichi Ezaki[1]

1. 大阪市立大学、2. 鳥取環境大学
1. Osaka City University, 2. Tottori University of Environment Studies

Oulastrea crispata is a zooxanthellate colonial Scleractinia with a black skeleton. This coral inhabits areas of very shallow water where mud accumulates, and occupies the northernmost range of Japanese zooxanthellate corals. In this study, the hard and soft tissues of *O. crispata* were observed simultaneously by transmitted-light binocular microscope, fluorescence microscope, and scanning electron microscope by using the resin penetration technique (Tajiri and Fujita 2013) and the dehydration method (Tajiri and Ezaki 2018). Symbiotic algae are considered to play a key role in the life of *O. crispata*; however, the spatial distribution of such algae within the coral remains unknown. The present observations indicate that algal density is extremely high in the outer layers of polyps, and algae are densely distributed adjacent to the radial septa that partition the inner parts of polyps. The algal density is lower in deeper parts of polyps, and algae are scarce in the deepest part (up to 1 cm in depth), suggesting that little sunlight, if any, is available for photosynthesis. The hard skeletons of *O. crispata* are locally bored by euendoliths, which include microorganisms such as cyanobacteria, Chlorophyta, Rhodophyta, and fungi. These organisms erode not only the postmortem skeletal remains but also the living skeletons (e.g. Le Campion-Alsumard et al. 1995; Tribollet 2007). In living *Oulastrea*, skeletons located near the underlying hard substrate are intensively bored by euendoliths, mainly cyanobacteria and Chlorophyta. Endolithic filaments invade the soft parts of the coral, and the density of endolithic traces is lower near the upper part of skeletons and rare in upper peripheral areas. In contrast, both the lower and upper parts of dead skeletons are affected by intense endolithic activity. *O. crispata* manages to survive the prolonged biotic attack, especially the effects on its lower parts near the substrate that are subjected to a severe environment of intensive sedimentation and mechanical erosion.

キーワード：キクメイシモドキ、薄片、軟組織、褐虫藻、euendolith、シアノバクテリア
Keywords: Oulastrea crispata, thin section, soft tissue, zooxanthella, euendolith, cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

Coral-based paleoenvironmental interpretation and depositional history of the late middle Pleistocene Minatogawa Formation, southern Okinawa-jima, Japan

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2]
*Riho Tomatsu[1], Marc Humblet[1], Kazuhiko Fujita[2]

1. 名古屋大学環境学研究科、2. 琉球大学理学部物質地球科学科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Department of Physics and Earth Sciences, University of the Ryukyus

琉球列島には第四紀環境変動の記録を残したサンゴ礁複合体堆積物が広く分布している（i.e., 琉球層群；<1.45–1.65 Ma）．なかでも，「新期石灰岩」として知られる<0.4 Maのサンゴ礁複合体堆積物は，アグラデーショナルもしくはレトログラデーショナルな累重様式を示す沈降傾向の期間（>0.4 Ma）からオフラップの累重様式を示す隆起傾向の期間（<0.4 Ma）への大規模な堆積様式の変化を記録している．本研究では，これらのうち最終間氷期[Marine Isotope Stage (MIS) 5] またはその前の間氷期（MIS 7）に形成したとされる港川層において調査を行った．港川層は沖縄本島南部やその周辺の島々に露出し，主にサンゴ石灰岩（バウンドストーン）と淘汰のよい砕屑性石灰岩（主に有孔虫化石に富むグレインストーン）の2つの岩相から成る．本層のサンゴ石灰岩はサンゴ化石を豊富に含むが，詳細な分類学的研究は行われておらず，港川層形成時の環境変動についても未解明なままである．

そこで本研究では，港川層のサンゴ化石の群集組成および時空間分布，堆積物の特徴を調べ，海水準と堆積環境の変動を復元することを目的として調査を行った．調査地である沖縄本島南部に位置する採石場では，港川層は下位から順にUnit 1–4の4つのUnitに分けられる．本研究ではそれらのうち2つのUnit（Unit 2，3）について調査を行った．

港川層のUnit 2，3から5つのサンゴ群集が確認された：群集1a（水深0–5 m），群集1 b（水深0–25 m，低エネルギー環境），群集2（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境），群集3a（水深0–20 m），群集3b（水深3–12 m）．本研究では，港川層のUnit 2と3は異なる過程で形成されたことが示唆された．Unit 2におけるサンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩は，同時代に類似した環境下（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境）で形成された．一方，Unit 3からは，サンゴ群集の時系列変化（群集1a→1b→3a→3b）が確認された．また，サンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩の間には溶解面が確認され，時間間隙があることも分かった．これらの結果から，Unit 3形成時には少なくとも2回の海進・海退サイクルがあったといえる．また，それらの形成と同時期に形成された断層が確認されたことから，港川層のサンゴ礁は地殻変動による小規模な水深の変化によっても影響を受けていた可能性がある．

キーワード：サンゴ化石群集、中期更新世、海水準変動、隆起、港川層、沖縄
Keywords: fossil coral communities, late middle Pleistocene, environmental and sea level changes, tectonic uplift, Minatogawa Formation, Okinawa-jima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3]
*Daisuke Kuwano[1], Yoshimi Kubota[2], Kanako Mantoku[2], Koji Kameo[3]

1. 千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2. 国立科学博物館、3. 千葉大学理学研究院地球科学研究部門
1. Division of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Department of Earth Sciences, faculty of Science, Chiba University

Calcareous nannofossils, tiny calcite shells produced by calcareous nannoplankton, have been utilized to correlate marine strata and to determine their geologic ages. In the Quaternary, traceable sixteen nannofossil biohorizons were recognized (e.g., Sato et al., 1991) and some chronological studies have been done in order to test whether they were synchronous events or not based on comparative studies with astronomically tuned timescale in the equatorial Atlantic, the equatorial Pacific and the Mediterranean (e.g., Gradstein et al., 2012). This study aims at establishing the early Pleistocene age model based on oxygen isotopes in the central part of the Pacific side of Japan and evaluating synchrony of the early Pleistocene nannofossil biohorizons detected by Kuwano et al. (2019). We analyzed stable oxygen isotopes of a planktonic foraminifera, *Globorotalia inflata* from the upper part of Kiwada Formation in the Kazusa Group, a lower Pleistocene formation in the Pacific side of Japan. Isotopic measurements were performed by MAT253 Isotope mass spectrometer coupled with a Kiel IV carbonate device in the National Museum of Nature and Science.

An oxygen isotope curve obtained from 44 samples was correlated with the LR04 stack curve (Lisiecki and Raymo, 2005) and Marine Isotope Stages (MIS) 40 to 36 were recognized in the formation. Two calcareous nannofossil biohorizons, the last occurrences (LO) of large forms of *Gephyrocapsa* (>5.5 μm) and *Helicosphaera sellii* coincide with MIS 37/38 boundary and MIS 40, respectively. The LO of large forms of *Gephyrocapsa* is slightly older than those in other areas because this biohorizon is mostly situated in the early part of MIS 37 (Raffi et al., 2006). On the other hand, the LO of *Helicosphaera sellii* is found in MIS 38 in the northeastern Atlantic (Sato et al., 2009) and MIS 42 in the eastern equatorial Pacific (Wei, 1993). This biohorizon is possibly diachronous bioevent due to sporadic occurrences of this species.

Reference

Kuwano et al, 2019, Micropaleontological Reference Center Meeting 2019, O-4., Gradstein et al., 2012, The Geologic Time Scale 2012. Boston, USA, Elsevier, 1083-1127., Lisiecki and Raymo, 2005, Paleoceanography, 20, PA1003., Raffi et al., 2006, Quaternary Science Reviews, 25, 3113-3137., Sato et al., 1991, Scientific Results, ODP, 117, 37-54., Sato et al., 2009, Date Report, IODP, 303/306., Wei, 1993, Paleoceanography, 8, 85-99.

キーワード：石灰質ナノ化石、化石基準面、第四紀、酸素同位体層序
Keywords: Calcareous nannofossil, Biohorizon, Quaternary, Oxygen isotope stratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物
Cretaceous and Miocene geology and paleontology of the Tounai River region, Biratori, Hokkaido

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎
*Isao Motoyama[1], Kotaro Uchimura[2], Tomohiro Nishimura[3], Yojiro Taketani

1. 山形大学理学部、2. 国土防災技術株式会社、3. むかわ町穂別博物館
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Yamagata University, 2. JCE Co.,LTD, 3. Hobetsu Museum

The Cretaceous rocks of the Yezo Group exposed in the Hobetsu district are richly fossiliferous containing marine mollusks (mainly inoceramids and ammonites), reptiles (mosasaurs, plesiosaurs and turtles) and echinoids and, therefore, many geological and paleontological works have been done so far. The Cretaceous rocks extend to the south, adjacent Biratori district, but works were less common there. We have carried out mapping to provide a revised geological map in the Tounai River area, Biratori Town, and analyzed molluscan and radiolarian fossils to estimate depositional ages. This is the first report of radiolarians from this area.

The Cretaceous Yezo Group in this area is subdivided into the Kashima and Hakobuchi Formations in ascending order and is cut by some faults. The Kashima Formation comprises fairly monotonous, hemipelagic mudstone intercalating with many acidic tuff beds. The Hakobuchi Formation is composed mainly of sandstone, conglomerate and sandy mudstone. Cross-bedded sandstone and minor coal beds suggest shallow-marine depositional environments for the Hakobuchi Formation. As a result, it has been recognized that the Kashima Formation distributes in the western part of the studied area and probably extends north to the neighboring region where the distribution of the Kashima Formation was discovered in 2015 by Negishi and coworkers. It is previously estimated that the Kashima Formation forms an anticlinal structure in the northern part of the Tounai River area. However, our investigation about facies and structures of tuff beds does not support such fold structure.

Fossils occurred throughout the Cretaceous sequence concerned here. Molluscan fossils, including *Inoceramus amakusensis*, *Inoceramus japonicus* and *Eupachydiscus haradai*, collected from the Kashima Formation of the studied section indicate ages of Santonian to Campanian. Radiolarian assemblages include *Amphipyndax stocki*, *Lithocampe manifesta* and *Spongotripus morenoensis*, suggesting ages of Coniacian to Maastrichtian for the Kashima Formation.

Miocene rocks distribute in the western margin of the studied area and are bounded from the Cretaceous rocks by a fault. The Miocene rocks subdivided into the Takinoue and Kawabata Formations in ascending order. The Takinoue Formation consists of mudstone and sandstone. Strata of the Kawabata Formation are dominated by interbedded mudstone and sandstone representing turbidite facies of deep-sea fans. In the studied area, the lower part of the Kawabata Formation crops out. Radiolarians were almost absent from the samples collected from these Miocene formations.

キーワード：蝦夷層群、アンモナイト、イノセラムス、放散虫
Keywords: Yezo Group, Ammonoid, Inoceramus, Radiolaria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

Response of benthic organisms to oceanic anoxic event in the Early Jurasic (T-OAE): Insights from quantitative analysis of the trace fossil Phycosiphon from the Nishinakayama Formation, Toyora Group

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1]
*Kyosuke Kitabatake[1,2], Kentaro Izumi[3], Kenji Okoshi[1]

1. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、2. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3. 千葉大学教育学部
1. Department of Environmental Science, Faculty of Science, Toho University, 2. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University, 3. Faculty & Graduate School of Education, Chiba University

トアルシアン期前期(ジュラ紀前期)の海洋無酸素事変(T-OAE)に関する古生物学的研究は海洋性微化石を含む体化石に主に焦点が当てられてきた。しかし、生痕を形成する軟組織のみから構成された海洋ベントスの古生態を理解するために重要な生痕化石は、比較的研究例が少ない。そのため、本研究では、T-OAE期におけるベントスの応答を評価するため、ジュラ紀前期の浅海層である豊浦層群西中山層(山口県下関市)より産出した小型ベントスの生痕化石*Phycosiphon*の単位面積当たりの被度・フラクタル次元・最大径を計測した。そして、これらの結果を用いて、小型ベントスの行動量、行動様式、最大サイズを推定した。更に、ジュラ紀前期の海洋の酸化還元状態を推定するため、先行研究の地球化学的なデータに加えて、本研究で新たにフランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測を行い、平均サイズと標準偏差を求めた。

解析の結果、T-OAE期において*Phycosiphon*の被度・フラクタル次元が低下し、最大サイズも減少していた。また、フランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測の結果より、T-OAE期の海洋水塊中ではeuxinicな環境が卓越していたことが示唆された。先行研究の地球化学データに基づくと、海洋底層水においては主にdysoxicな環境が卓越していたと考えられる。以上より、ジュラ紀前期の海洋酸化還元環境の変動が、小型ベントスの生態や体サイズに対して制約を引き起こし越していた可能性がある。一般的には小型生物は大型生物に比べて環境変動の影響を受けにくいと見なされているが、T-OAEの影響は小型ベントスにまで及んでいたことが示唆された。

キーワード：生痕化石、Phycosiphon、トアルシアン期、海洋無酸素事変、豊浦層群、西中山層
Keywords: Trace fossil, Phycosiphon, Toarcian, Oceanic Anoxic Event, Toyora Group, Nishinakayama Formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

2011年東北地方太平洋沖地震・津波は津波堆積物研究の一つの契機となり、国内外の様々な分野の研究者がこれまで以上に精力的に調査・解析に取り組んでいる。日々新たな知見が蓄積されているものの、津波堆積物の認定基準やその活用方法は今なお確立されたとは言えない。本セッションは、陸上および海洋底の津波堆積物の特徴、古津波堆積物の認定、形成年代の推定精度の向上、認定基準の確立、津波履歴・規模の推定など津波リスク評価に資する研究に加え、津波堆積物を認定する上で重要となる洪水や高潮など、津波以外のイベント堆積物に関する発表も広く募集する。

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

発表キャンセル

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討
Discussion of tsunami age estimation using coralline tsunami deposits

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]
*Ryosuke Fujita[1], Kazuhisa Goto[1], Yasufumi Iryu[1], Takashi Ishizawa[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2]

1. 東北大学、2. 東京大学大気海洋研究所
1. TOHOKU University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

津波堆積物の年代測定には，一般的に再堆積物である津波堆積物中ではなく通常環境で堆積した上下の土壌層中の有機物を用いて行われる．しかしながら，この方法は沖縄県のように亜熱帯地域に属し，植生による擾乱が激しい地域では不向きである．そのため，津波堆積物中の試料を用いた年代測定が必要であるが，再堆積物を用いてイベント年代を推定するには，多点測定に基づく統計的な検討が不可欠である．本研究では，サンゴや貝殻などの生物殻から主に構成される沖縄県水納島の単一の砂礫質津波堆積物中の海生生物遺骸12点の放射性炭素年代測定を行い，堆積物の年代推定を予察的に試みた．

測定された年代値は，A.D. 1000–1200ごろ（グループA，試料数7），A.D. 750–1000ごろ（グループB，試料数3），B.C. 1000–700ごろ（グループC，試料数2）の3つの年代に集中する傾向がある．試料観察およびXRD，SEM分析により，グループA，Bには，摩耗の程度が比較的少なく陸水の影響も少ないと考えられる試料が属しているのに対し，グループCには摩耗の程度が激しい試料と比較的摩耗が少ない試料が混在していた．

この砂礫質津波堆積物を堆積させた津波イベントの年代は，最も摩耗の程度が少なく，かつ最新の年代を示すグループAに属する試料から推定されるA.D. 1000–1200ごろとするのが妥当だと考えられる．一方，グループBの試料は摩耗の程度はグループAと同程度であるにもかかわらず推定される津波年代よりもやや古い年代値を示しており，例えば津波発生前に死滅し礁池表層等に堆積していたサンゴ片が津波によって運ばれた可能性が考えられる．一方，有意に古い年代を示すグループCの試料は，海岸ないしはサンゴ礁内の海中に古くから堆積していたものが津波によって再堆積した可能性が考えられる．

このように，適切な試料選定を行えば，津波堆積物中の試料から津波発生年代を推定できる可能性があり，試料選定法および統計的解析法を検討していく予定である．

キーワード：津波堆積物
Keywords: tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-
Identification method of event deposits caused by natural hazards

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]
*Takumi Yoshii[1], Shiro Tanaka[1], Yuki Ito[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1]

1.（一財）電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

地層中に存在するイベント堆積物は、その地点における長期の自然災害履歴を評価する上で重要な資料になりうる。特に、歴史記録に基づく評価が難しい低頻度かつ巨大な自然災害について、地質調査による発生頻度や現象規模の評価が期待されている。2011年の東日本大震災以降、イベント堆積物の一つである津波堆積物については精力的に研究がなされ、自治体のハザードマップ作成や、原子力発電所施設の津波評価などへの実務利用が進んでいる。一方、地質調査という側面から、堆積物調査結果には情報の不確実性が伴う。最も問題となるのは、イベント堆積物の形成起源の認定方法である。津波堆積物においては、主に既報告の津波堆積物との類似性を基に、津波堆積物である可能性が加点式で評価される。しかし、類似性が低い場合、他の自然現象としてどのようなものを想定するべきであるのか、その不確実性はどの程度想定するべきであるのかなど、実務利用において必要な情報が得られているとは言い難い。

本研究では、堆積物の類似性に基づいたイベント起源の認定方法ではなく、複数のイベント起源である可能性を同時に定量的に評価する方法について検討を行った（図-1）。本研究で提案する認定方法では、最初に、調査地点にイベント堆積物を発生しうる自然現象を抽出し、各自然現象における流動・土砂移動の規模・特性（例えば、主流方向、流速、作用回数など）に基づき自然現象を分類する（以下、分類マップ）。次に、分類マップ作成に用いた規模・特性の項目に合わせて、イベント堆積物の調査項目の分類を行なう。ここで、イベント堆積物の情報の不確実性は、各分類内の調査項目の量・質に応じて確率分布として与える。最後に、確率分布に基づき堆積物情報を分類マップにプロットすることにより、各種自然現象および津波堆積物情報がそれぞれ不確実性を有する形で定量的に整理・可視化することができる。

提案した認定方法を、試行的に、津波堆積物の一般的な特徴を有するイベント堆積物に適用した。ただし、堆積物から推測される情報の不確実性については現時点で不明であるため、仮想的な分布を与えた。認定方法を適用した結果、イベント堆積物から得られる情報は、津波および洪水との中間付近に中央値が位置し、分布範囲は両自然現象と重複した。堆積物から得られた情報の不確実性を小さくした場合、堆積物情報の分布範囲は狭まるものの、分布範囲は大きく変化しなかった。一方、イベント堆積物形成時の流速や作用回数に大きな不確実性を想定した場合、堆積物から得られる情報は高潮、津波、洪水にまで分布する形となった。津波堆積物認定においては同じく海水起源の自然現象である高波や高潮との差異が議論されてきたが、本結果は津波堆積物認定においては洪水堆積物との区別が重要であることを示唆している。一方、堆積物起因イベント推定においては、流速などの推定精度の重みが大きいことが示唆された。このような情報は、従来の類似性に基づく認定手法における認定項目の重み付けなどに活用することが可能であると考えられる。

今後本手法を実務適用していくには、分類マップの作成方法の検討や、堆積物情報の不確実性の評価を行なう必要がある。

キーワード：自然災害、津波堆積物、不確実性
Keywords: Natural hazard, Tsunami deposit, uncertainty

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査
Investigation of event deposits for construction of tsunami deposit discriminating method

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1]
*Shiro Tanaka[1], Takumi Yoshii[1], Yasuto Hirata[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1], Yuki Ito[1]

1. 一般財団法人電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

津波堆積物認定手法構築の調査の一環として，津波起源ではないイベント堆積物の調査を実施した．調査対象は，2018年７月の西日本豪雨により発生した土石流堆積物と，9月の21号台風で発生した高潮による堆積物である．主な調査地点は，広島県の広島国際大学の向かいの斜面で発生した土石流によるものと，JR水尻駅の背後で発生した土石流，JR矢野駅の上流の斜面で発生した土石流である．土石流堆積物は発生源に近い斜面の上流側では，巨大な岩塊を主体とする堆積物であり明らかに津波堆積物と区別可能である．一方で，土石流の末端では砂サイズの粒子を主体とした層構造を有する堆積物になる．そこで本調査では土石流末端の堆積物を調査し試料を採取した．高潮による堆積物の調査は，主に兵庫県の芦屋浜と御前浜公園，大阪府の二色の浜で行った．調査は高潮の発生から約10日後に実施しており，芦屋浜と御前浜公園では高潮堆積物の採取が困難であったが，二色の浜では高潮によりできた可能性がある堆積物を採取できた．発表では，土石流末端の堆積物と高潮堆積物について，粒度構成を中心に紹介する．

キーワード：津波堆積物、土石流堆積物、高潮堆積物
Keywords: tsunami deposit, debris flow deposit, storm surge deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化
Lateral variation of mud clasts in onshore tsunami deposits

*高清水 康博[1]、伊藤 大智
*Yasuhiro Takashimizu[1], Daichi Ito

1. 新潟大学
1. Niigata University

福島県南相馬市小高区にある調査地域の3.11津波堆積物の最下部層に認められるマッドクラスト濃集層が分布することが分かっている．検討した試料はZ07試料（海岸から760 m）とT07試料（海岸から1140 m）の2試料である．両堆積物のマッドクラスト濃集層の詳細解析から，津波の遡上に伴う内陸方向への性状変化を検討した．なお，T07試料のマッドクラスト部は3つの堆積ユニット（下位よりユニット1，2，および3）に細分し，ユニット毎に検討を行った．

Z07試料の基底面形状の空間分析の結果，陸側のほうが海側よりも約1.0 cm高くなっており，面全体に0.5~1.0 cm程度の丸型の凹凸が見られるものの，全体的に平坦な形状を持つことが分かった．一方，T07試料の基底面形状は，深さ5cm程度の強い起伏があり不規則な形状であることが分かった．

T07試料のマッドクラストの中央粒径は-2.9φであったのに対し，Z07試料では，-1.7φ，-2.5φ，および-2.6φであり，T07試料の方がZ07試料よりも粗粒であった．一方，T07試料のマッドクラストの中央円磨度は0.74で，Z07試料の値0.74，0.78，および0.74であり，Z07試料のユニット2が若干高い値を示すものの大きな違いは認められなかった．また，粒径に対する円磨度の相関を検討したところ無相関であることが分かった．これらのことから，本研究で検討した2試料において，マッドクラスト自体の性状は，上流（海側）から下流（内陸側）へ一様に細粒化し，円磨されるようなものではなく，遡上に伴う地表面の侵食作用も一様ではないことが明らかになった．

キーワード：津波堆積物、マッドクラスト、円磨度
Keywords: tsunami deposits, mud clasts, roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

Examination of model validity and sensitivity of tsunami sediment transport modeling using the 2011 Tohoku tsunami deposits in Iwate, Miyagi, and Fukushima Prefectures

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1]
*Satoshi Kusumoto[1], Aditya Gusman[2], Kenji Satake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. GNS Science
1. Earthquake Research Institute, the Univ. of Tokyo, 2. GNS Science

津波による土砂移動を再現するため，海岸工学においてさまざまな数値モデル（e.g., 高橋ほか, 1999; 2011; Gusman et al., 2012; 2018）の開発が進んでいる．上記のような土砂移動モデルと津波堆積物の堆積物分布や堆積層厚を組み合わせることで歴史地震や歴史津波の定量的な評価が期待されるが，数値モデルの妥当性や感度について評価した研究は少ない．そこで本研究では，岩手県宮古市沼の浜，宮城県仙台平野，福島県南相馬市井田川低地で確認された2011年東北地方太平洋沖地震の津波堆積物に対して土砂移動モデルを適用し，計算堆積層厚と観測堆積層厚を比較することで数値モデルの妥当性や感度の検証を行った．

本研究では高橋ほか (1999)で提案された一次元土砂移動モデルを使用する．また混合粒径に対して適用するため，調査地ごとに三つの代表粒径を選び，それぞれの粒径で求まった計算堆積層厚の合計を混合粒径の計算堆積層厚として定義した．また，津波波源モデルの制約に対する感度を確かめるためSatake et al. (2013)の55枚小断層モデルを基に11個のシナリオを用意した．

井田川低地と仙台平野では，単一粒径で計算した場合，観測よりはるかに薄い砂しか堆積しなかった．一方，混合粒径を考慮することで，従来の津波波源モデルが観測堆積層厚を最もよく再現することができ，その他のモデルでは過小評価もしくは過大評価となった．また海岸線に沿って植林された海岸林は内陸に堆積する土砂量に大きく寄与することが明らかとなった．沼の浜に関しては，混合粒径より単一粒径として計算したときの方が観測をよく再現した．この原因はおそらく沼の浜の2011年東北津波堆積物が井田川低地や仙台平野のものに比べて粗粒であったためだと思われる．

上記の結果から，土砂移動計算の妥当性は十分にあると判断できる．また，津波波源モデルに対して，従来の手法（津波堆積物の最大分布と計算浸水距離との比較）より高い感度を持っていることが明らかとなった．今後，古津波堆積物への適用に向けてさらなる検証を続ける予定である．

キーワード：津波堆積物、土砂移動計算、2011年東北地方太平洋沖地震
Keywords: tsunami deposit, sediment transport modeling, 2011 Tohoku earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1], Kazuhisa Goto[2], Takahiro Shinohara[1], Daisuke Sugawara[3], Yuichi Nishimura[4], Takashi Chiba[5]

1. Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ., 2. International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ., 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 4. Graduate School of Science, Hokkaido Univ., 5. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.

Along the history, the Pacific coast of the Tohoku region has been characterized for facing a vast number of tsunamis associated with the highly active subduction of the Japan Trench. Most of the paleotsunami research has been focused on the south and central third of the Pacific coast of Tohoku, while in the northern third the number of this kind of studies is reduced; on the other hand, on the Pacific coast of Hokkaido paleotsunami research has been conducted to establish the recurrence linked to the Kuril trench (Minoura et al., 2013; Chagué-Goff et al., 2017; Inoue et al., 2017; Sawai, 2017). In Hachinohe, this type of research has not been done, being the results of Inoue et al., 2017 the closest at just 60 km southeastward and where the tsunami heights of the 2011 event were similar (Haraguchi & Iwamatsu, 2011). Because of this paleotsunami studies in Hachinohe are of enormous importance since its position could show tsunami activity related to both Kuril and Pacific trenches and its junction, where large tsunamigenic earthquakes have not been historically registered, hence, being this the primary objective of the present research.

The study site is located on a marine terrace surface elevated between 5-10 MAMSL, on the Kamikita coastal plain (Miyauchi, 1985) and 1.2 km inland from the present shoreline; at the same time, this surface is positioned between the Oirase and Gonohe rivers. We have identified eight sand layers, interbedded with mud and occasional tephra layers. Based on tephra analysis, some of them were possible to confirm as the To-a and To-cu tephra at the top and bottom of the sequence, respectively, giving a range of 6 thousand years of geological history, while the last 1000 years has been apparently eroded, removed or disturbed by human activity. To-a tephra layer contained many diatoms, which implies a water flow or shallow water body as deposition environment. Soils from the top of the section.

The stratigraphic correlation shows that four of the eight sand layers can be well traced landward, and grain analysis shows upward and landward fining. Diatom analysis reveals the presence of marine spices in some sand layers, on the other hand, freshwater and reworked freshwater extinct species were found in the uppermost sand layer (under To-a), suggesting a freshwater inundation event as a genetical source for that. CT number profiles (Hounsfield Units) evidence density changes related to lithological variations between the sand and mud layers. Moreover, XRF core scanner (ITRAX) shows that most of the sand layers are strongly related to a marine origin and exposes concentration of Ti that could be related to heavy minerals concentration and, in consequence, suggesting a sedimentary environment of high energy. Therefore, described evidence suggest a marine origin to the seven sand sheets.

In order to clarify the origin of the sand layers, we performed the numerical simulation to differentiate tsunami sands from storm sands proposed by Watanabe et al. (2018), by comparing wave penetration capacity for each phenomenon; the calculation showed that the only way to carry marine sediments on such further inland is with a tsunami event, if we assume present topography.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Paleotsunami research, Tsunami sedimentology, Numerical simulation, Geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源
Characteristics of event deposits and their source in Sekine-hama, Mutsu city, Aomori prefecture

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2]
*Daisuke Ishimura[1], Kaori Aoki[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

2011年東北地方太平洋沖地震以降、日本全国で津波堆積物調査が進められた。特に東北地方太平洋岸では、多くの掘削調査により、津波によると考えられるイベント堆積物が数多く発見されている。一方、調査適地が限られることもあり、そのような研究が実施された地点には偏りがあり、東北地方太平洋岸では、三陸海岸～仙台平野までは多くの研究が実施されているが（澤井ほか，2007；宍倉ほか，2007； Ishimura and Miyauchi, 2015, 2017; Goto et al., 2015; Inoue et al., 2017; 高田ほか，2016，など）、その南北での報告は限られる。本報告では、下北半島北端の青森県むつ市関根浜で見出された津波による可能性があるイベント堆積物について報告する。

青森県むつ市関根浜は、大間崎と尻屋崎の間に位置する。調査地域周辺は、更新世海成段丘と砂丘地形が広がり、海岸のすぐ背後には比較的標高の高い地形が分布する。2011年東北地方太平洋沖地震津波の際は、周辺で2～6 mの遡上高が記録されている（東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（http://www.coastal.jp/ttjt/））。露頭は、海岸に平行な微高地（標高5 m程度）に露出し、海岸からの距離は約50 m，露頭の高さは約2 mである。採取したイベント堆積物試料については、東北大学所有の自動粒子形状測定装置（Morphologi）を用いて、砂サイズの粒子の粒度を計測した。また、5点の放射性炭素年代測定と1点の火山灰分析を行った。

結果、本露頭には、上位では土壌堆積物中に、下位では湿地～海成堆積物中に計18層の砂質（イベント）堆積物が挟在している。そのうち層厚2.5 cmの砂層は、火山灰分析の結果、最下部（1cm）に若干の十和田a（To-a）テフラ（AD915；町田・新井，2003）起源の火山ガラスを含む白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ（AD946；Oppenheimer et al., 2017）であることがわかった。また、現成の海岸試料と最上部の砂丘砂の粒度分布を指標に他の16層の砂質堆積物の給源を推定すると、14層が海岸を構成する砂を多く含んでいることが示唆された。したがって、これら14層は海岸を供給源とする砂層であり、何らかのイベント（高波、高潮、津波）によって海岸から運搬されたと考えられる。また、いくつかの砂層は、下位との境界が明瞭で側方の連続性が良く、津波堆積物に認められる特徴を示す。放射性炭素年代については、現在測定中の試料があるため、発表までに整理してイベント堆積物の年代を示す予定である。

イベント間の堆積物の特徴から、最下位は海成堆積物、下位から中位は湿地性堆積物、上位は土壌堆積物と判断できる。周囲の地形を考えると、かつては氷期の開析谷を浜堤などが閉塞した潟湖であり、周辺の隆起もしくは潟湖の埋積により淡水化し、泥炭が堆積したと推定される。さらに隆起もしくは潟湖の埋積が進み離水し、土壌が生成され始める。そして、現在では砂丘砂が覆う環境になったと考えられる。

このようなイベント堆積物の特徴と周辺の地形発達から、これら砂層の少なくとも一部は、津波による堆積物である可能性がある。今後は、それら砂層の陸側での分布を把握することで、どのようなイベントで形成されてきたか、そしてその遡上範囲が明らかになると考えられる。

キーワード：イベント堆積物、下北半島、白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ
Keywords: Event deposits, Shimokita peninsula, B-Tm tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物
Sedimentary structure and composition of sand blows and sand dikes formed by the 2018 Iburi-Tobu Earthquake, Hokkaido, Japan

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2]
*Yuichi Nishimura[1], Takashi Chiba[2]

1. 北海道大学大学院理学研究院、2. 秋田県立大学生物資源科学部
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）では，震源から約20 km離れた苫小牧市，厚真町，むかわ町の太平洋岸に液状化による噴砂が多数出現した．我々はこの海岸付近の埋立地や河口周辺の低地に形成された噴砂について，堆積物の分布，形，堆積構造および構成物の特徴を調べた．地表に現れた噴砂丘の直径は数十cmから数mで，噴出口が単独のもののほか，いくつかが連結されたものも見られた．また，割れ目から噴出した噴砂も存在した．噴砂丘の構成物は砂，泥，礫，軽石である．断面には層構造が認められ，下位から泥，軽石，砂の順で重なっているものが多い．砂と軽石を含む混合層が地震よって液状化した際，層内で砂と軽石が分離し，上位に集まった軽い粒子から順に噴出したことが示唆される．砂脈については，ピットを掘るかジオスライサーを用いて浅部のみを観察した．砂脈は幅は1mmから10cm程度で，ほとんどがカーブしていたり複雑に折れ曲がったりしている．噴砂丘と砂脈を観察すると，上昇してきた軽石や砂礫が細い管や割れ目の中で詰まり，その後は通り抜けた細粒の粒子のみが地表に噴出した様子がよくわかった．このように，噴砂丘と砂脈の構造は，液状化層を構成する粒子の粒径や比重の特性を反映して複雑なものとなる．今回の観察事実は，液状化と噴砂のプロセスの理解を深めることだけでなく，液状化の痕跡として利用されることが多い地層中の噴砂堆積物を識別し評価する上でも役立つと考えられる．

キーワード：液状化、噴砂、古地震
Keywords: liquefaction, sand blow, paleo-eathquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定
Tsunami deposits and tsunami wave source of the southern part of Okushiri Island, Hokkaido

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2]
*Atsushi Urabe[1], Yoshihiro Kase[2], Gentaro Kawakami[2], Kenji Nishina[2], Hiromichi Koyasu[2]

1. 新潟大学災害・復興科学研究所、2. 道総研・地質研究所
1. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 2. Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization

北海道南部の檜山・奥尻地域では，これまでの津波堆積物の調査に基づき，①1993年北海道南西沖地震，②1741年渡島大島の山体崩壊，③約12世紀，④約5～6世紀，⑤約2500年前，⑥約3000年前の津波履歴が明らかにされている．一方，約3000年前以前の津波履歴については不明であり，履歴に対応した津波波源についても未解明の課題となっている．ここでは奥尻町南部のワサビヤチでのボーリング調査結果について，概要を報告する．

奥尻町南部の青苗地区に位置するワサビヤチは，狭長な谷地形を示し，海岸付近の谷の狭窄部には，浜堤と砂丘が発達する．谷を埋積する地層の表層（数m程度）は泥炭層が発達し，複数の海浜起源の砂層が挟在する．これらは津波堆積物であるとされている．今回の検討では，より古い時代の津波堆積物の解析を目的として，ワサビヤチの3地点（標高約5m）においてオールコアボーリングを行った．全体として，深度約16m以深は，約8300年前～約9500年前の氾濫原の堆積環境を示す．深度約16m～5mは，主に閉鎖的なラグーン環境を示す細かい平行葉理の発達したシルト～粘土層となる．深度5mより上位は，約5000年前以降に堆積した有機質粘土層や泥炭層からなる汽水～淡水成の堆積環境を示している．

淘汰のよい海浜起源を示唆するイベント砂層は約7400年前以降の複数の層準において認められる．
これまでの検討により，ワサビヤチでは約3000年前までの泥炭層において，OW-1～OW-5の５層準の津波イベントが明らかにされている．今回のボーリング調査では，これらに加えて，約7400年前までの層準において新たにOW-6～OW-20までの津波堆積物を見出した．これらの津波堆積物の前後の堆積相，粒度組成，植物片の含有量，全イオウ量を検討した結果，3つの層準において，ワサビヤチ地区（奥尻島南部）が津波と同時期に隆起したものと推定される．

キーワード：津波堆積物、奥尻島
Keywords: tsunami deposit, okushiri island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2]
*Takashi Chiba[1], Yuichi Nishimura[2]

1. 秋田県立大学生物資源科学部、2. 北海道大学理学研究院
1. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, 2. Graduate School of Science, Hokkaido University

It has been evidenced from geological records that paleo-earthquakes accompanied by huge tsunamis occurred at least twice in the last millennium at the southern part of the Kuril Trench. The first of the two tsunamis is supposed to have occurred in the 12-13th century, while the other is supposed to have occurred in the 17th century. The paleo-earthquake and successive tsunami of the 17th century have been particularly investigated by previous studies in the area between Akkeshi to Nemuro at the Hokkaido, Japan. However, the crustal movements due to the earthquake in the area at western side of the Akkeshi such as Tokachi area is still unknown. This lack of substantive information is an obstacle for the studies attempting to calculate the actual impact of the paleo-earthquake and estimating its source region. We conducted a survey using a geo-slicer and GPS. We also performed paleo-environmental reconstruction by diatom analysis for the core samples obtained from the Toberi River mouth area, in Tokachi area to derive indicative data about the crustal movements. Since massive Neogene diatomaceous siltstones sediments containing fossil marine diatoms are widely distributed in the study area, we identified the reworked fossil marine species and excluded it from the diatom analysis in the paleo-environmental reconstruction.As a result of the geo-slicer survey, the tsunami deposits from the coast to the inland up to a distance of 1.8 km in a straight line could be detected. Changes in diatom assemblages which are reflective of inter-seismic subsidence and post-seismic uplift caused by the earthquake were also recognized. On the other hand, inferences derived from diatom analysis of geo-slicer core samples showed that the vertical crustal movement estimated by the elevation of the freshwater-brackish boundary of the core sample was maximum 2.3 m. The freshwater-brackish boundary was identified to be extending up to 1.9 km inland at 3.9 m altitude from the seashore, however it was not conspicuous in the inland and above the elevation at more than 4.0 m. This observation confirmed the relationship between the vertical crustal movements generated by the earthquake and the elevation of pale-sea level. Although it is difficult to reconstruct the crustal movements caused by the 12-13th century earthquake, in light of the above observations it can be concluded that they might possibly have risen up to tens of centimeters at least after the earthquake and then began to change to the inter-seismic subsidence.

キーワード：津波堆積物、地殻変動、珪藻分析、十勝地域
Keywords: tsunami deposit, tectonic movement, diatom analysis, Tokachi area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

2011年東北地方太平洋沖地震・津波は津波堆積物研究の一つの契機となり、国内外の様々な分野の研究者がこれまで以上に精力的に調査・解析に取り組んでいる。日々新たな知見が蓄積されているものの、津波堆積物の認定基準やその活用方法は今なお確立されたとは言えない。本セッションは、陸上および海洋底の津波堆積物の特徴、古津波堆積物の認定、形成年代の推定精度の向上、認定基準の確立、津波履歴・規模の推定など津波リスク評価に資する研究に加え、津波堆積物を認定する上で重要となる洪水や高潮など、津波以外のイベント堆積物に関する発表も広く募集する。

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討
Discussion of tsunami age estimation using coralline tsunami deposits

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]
*Ryosuke Fujita[1], Kazuhisa Goto[1], Yasufumi Iryu[1], Takashi Ishizawa[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2]

1. 東北大学、2. 東京大学大気海洋研究所
1. TOHOKU University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

津波堆積物の年代測定には，一般的に再堆積物である津波堆積物中ではなく通常環境で堆積した上下の土壌層中の有機物を用いて行われる．しかしながら，この方法は沖縄県のように亜熱帯地域に属し，植生による擾乱が激しい地域では不向きである．そのため，津波堆積物中の試料を用いた年代測定が必要であるが，再堆積物を用いてイベント年代を推定するには，多点測定に基づく統計的な検討が不可欠である．本研究では，サンゴや貝殻などの生物殻から主に構成される沖縄県水納島の単一の砂礫質津波堆積物中の海生生物遺骸12点の放射性炭素年代測定を行い，堆積物の年代推定を予察的に試みた．

測定された年代値は，A.D. 1000–1200ごろ（グループA，試料数7），A.D. 750–1000ごろ（グループB，試料数3），B.C. 1000–700ごろ（グループC，試料数2）の3つの年代に集中する傾向がある．試料観察およびXRD，SEM分析により，グループA，Bには，摩耗の程度が比較的少なく陸水の影響も少ないと考えられる試料が属しているのに対し，グループCには摩耗の程度が激しい試料と比較的摩耗が少ない試料が混在していた．

この砂礫質津波堆積物を堆積させた津波イベントの年代は，最も摩耗の程度が少なく，かつ最新の年代を示すグループAに属する試料から推定されるA.D. 1000–1200ごろとするのが妥当だと考えられる．一方，グループBの試料は摩耗の程度はグループAと同程度であるにもかかわらず推定される津波年代よりもやや古い年代値を示しており，例えば津波発生前に死滅し礁池表層等に堆積していたサンゴ片が津波によって運ばれた可能性が考えられる．一方，有意に古い年代を示すグループCの試料は，海岸ないしはサンゴ礁内の海中に古くから堆積していたものが津波によって再堆積した可能性が考えられる．

このように，適切な試料選定を行えば，津波堆積物中の試料から津波発生年代を推定できる可能性があり，試料選定法および統計的解析法を検討していく予定である．

キーワード：津波堆積物
Keywords: tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-
Identification method of event deposits caused by natural hazards

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]
*Takumi Yoshii[1], Shiro Tanaka[1], Yuki Ito[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1]

1.（一財）電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

地層中に存在するイベント堆積物は、その地点における長期の自然災害履歴を評価する上で重要な資料になりうる。特に、歴史記録に基づく評価が難しい低頻度かつ巨大な自然災害について、地質調査による発生頻度や現象規模の評価が期待されている。2011年の東日本大震災以降、イベント堆積物の一つである津波堆積物については精力的に研究がなされ、自治体のハザードマップ作成や、原子力発電所施設の津波評価などへの実務利用が進んでいる。一方、地質調査という側面から、堆積物調査結果には情報の不確実性が伴う。最も問題となるのは、イベント堆積物の形成起源の認定方法である。津波堆積物においては、主に既報告の津波堆積物との類似性を基に、津波堆積物である可能性が加点式で評価される。しかし、類似性が低い場合、他の自然現象としてどのようなものを想定するべきであるのか、その不確実性はどの程度想定するべきであるのかなど、実務利用において必要な情報が得られているとは言い難い。

本研究では、堆積物の類似性に基づいたイベント起源の認定方法ではなく、複数のイベント起源である可能性を同時に定量的に評価する方法について検討を行った（図-1）。本研究で提案する認定方法では、最初に、調査地点にイベント堆積物を発生しうる自然現象を抽出し、各自然現象における流動・土砂移動の規模・特性（例えば、主流方向、流速、作用回数など）に基づき自然現象を分類する（以下、分類マップ）。次に、分類マップ作成に用いた規模・特性の項目に合わせて、イベント堆積物の調査項目の分類を行なう。ここで、イベント堆積物の情報の不確実性は、各分類内の調査項目の量・質に応じて確率分布として与える。最後に、確率分布に基づき堆積物情報を分類マップにプロットすることにより、各種自然現象および津波堆積物情報がそれぞれ不確実性を有する形で定量的に整理・可視化することができる。

提案した認定方法を、試行的に、津波堆積物の一般的な特徴を有するイベント堆積物に適用した。ただし、堆積物から推測される情報の不確実性については現時点で不明であるため、仮想的な分布を与えた。認定方法を適用した結果、イベント堆積物から得られる情報は、津波および洪水との中間付近に中央値が位置し、分布範囲は両自然現象と重複した。堆積物から得られた情報の不確実性を小さくした場合、堆積物情報の分布範囲は狭まるものの、分布範囲は大きく変化しなかった。一方、イベント堆積物形成時の流速や作用回数に大きな不確実性を想定した場合、堆積物から得られる情報は高潮、津波、洪水にまで分布する形となった。津波堆積物認定においては同じく海水起源の自然現象である高波や高潮との差異が議論されてきたが、本結果は津波堆積物認定においては洪水堆積物との区別が重要であることを示唆している。一方、堆積物起因イベント推定においては、流速などの推定精度の重みが大きいことが示唆された。このような情報は、従来の類似性に基づく認定手法における認定項目の重み付けなどに活用することが可能であると考えられる。

今後本手法を実務適用していくには、分類マップの作成方法の検討や、堆積物情報の不確実性の評価を行なう必要がある。

キーワード：自然災害、津波堆積物、不確実性
Keywords: Natural hazard, Tsunami deposit, uncertainty

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査
Investigation of event deposits for construction of tsunami deposit discriminating method

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1]
*Shiro Tanaka[1], Takumi Yoshii[1], Yasuto Hirata[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1], Yuki Ito[1]

1. 一般財団法人電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

津波堆積物認定手法構築の調査の一環として，津波起源ではないイベント堆積物の調査を実施した．調査対象は，2018年７月の西日本豪雨により発生した土石流堆積物と，9月の21号台風で発生した高潮による堆積物である．主な調査地点は，広島県の広島国際大学の向かいの斜面で発生した土石流によるものと，JR水尻駅の背後で発生した土石流，JR矢野駅の上流の斜面で発生した土石流である．土石流堆積物は発生源に近い斜面の上流側では，巨大な岩塊を主体とする堆積物であり明らかに津波堆積物と区別可能である．一方で，土石流の末端では砂サイズの粒子を主体とした層構造を有する堆積物になる．そこで本調査では土石流末端の堆積物を調査し試料を採取した．高潮による堆積物の調査は，主に兵庫県の芦屋浜と御前浜公園，大阪府の二色の浜で行った．調査は高潮の発生から約10日後に実施しており，芦屋浜と御前浜公園では高潮堆積物の採取が困難であったが，二色の浜では高潮によりできた可能性がある堆積物を採取できた．発表では，土石流末端の堆積物と高潮堆積物について，粒度構成を中心に紹介する．

キーワード：津波堆積物、土石流堆積物、高潮堆積物
Keywords: tsunami deposit, debris flow deposit, storm surge deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化
Lateral variation of mud clasts in onshore tsunami deposits

*高清水 康博[1]、伊藤 大智
*Yasuhiro Takashimizu[1], Daichi Ito

1. 新潟大学
1. Niigata University

福島県南相馬市小高区にある調査地域の3.11津波堆積物の最下部層に認められるマッドクラスト濃集層が分布することが分かっている．検討した試料はZ07試料（海岸から760 m）とT07試料（海岸から1140 m）の2試料である．両堆積物のマッドクラスト濃集層の詳細解析から，津波の遡上に伴う内陸方向への性状変化を検討した．なお，T07試料のマッドクラスト部は3つの堆積ユニット（下位よりユニット1，2，および3）に細分し，ユニット毎に検討を行った．

Z07試料の基底面形状の空間分析の結果，陸側のほうが海側よりも約1.0 cm高くなっており，面全体に0.5~1.0 cm程度の丸型の凹凸が見られるものの，全体的に平坦な形状を持つことが分かった．一方，T07試料の基底面形状は，深さ5cm程度の強い起伏があり不規則な形状であることが分かった．

T07試料のマッドクラストの中央粒径は-2.9φであったのに対し，Z07試料では，-1.7φ，-2.5φ，および-2.6φであり，T07試料の方がZ07試料よりも粗粒であった．一方，T07試料のマッドクラストの中央円磨度は0.74で，Z07試料の値0.74，0.78，および0.74であり，Z07試料のユニット2が若干高い値を示すものの大きな違いは認められなかった．また，粒径に対する円磨度の相関を検討したところ無相関であることが分かった．これらのことから，本研究で検討した2試料において，マッドクラスト自体の性状は，上流（海側）から下流（内陸側）へ一様に細粒化し，円磨されるようなものではなく，遡上に伴う地表面の侵食作用も一様ではないことが明らかになった．

キーワード：津波堆積物、マッドクラスト、円磨度
Keywords: tsunami deposits, mud clasts, roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

Examination of model validity and sensitivity of tsunami sediment transport modeling using the 2011 Tohoku tsunami deposits in Iwate, Miyagi, and Fukushima Prefectures

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1]
*Satoshi Kusumoto[1], Aditya Gusman[2], Kenji Satake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. GNS Science
1. Earthquake Research Institute, the Univ. of Tokyo, 2. GNS Science

津波による土砂移動を再現するため，海岸工学においてさまざまな数値モデル（e.g., 高橋ほか, 1999; 2011; Gusman et al., 2012; 2018）の開発が進んでいる．上記のような土砂移動モデルと津波堆積物の堆積物分布や堆積層厚を組み合わせることで歴史地震や歴史津波の定量的な評価が期待されるが，数値モデルの妥当性や感度について評価した研究は少ない．そこで本研究では，岩手県宮古市沼の浜，宮城県仙台平野，福島県南相馬市井田川低地で確認された2011年東北地方太平洋沖地震の津波堆積物に対して土砂移動モデルを適用し，計算堆積層厚と観測堆積層厚を比較することで数値モデルの妥当性や感度の検証を行った．

本研究では高橋ほか (1999)で提案された一次元土砂移動モデルを使用する．また混合粒径に対して適用するため，調査地ごとに三つの代表粒径を選び，それぞれの粒径で求まった計算堆積層厚の合計を混合粒径の計算堆積層厚として定義した．また，津波波源モデルの制約に対する感度を確かめるためSatake et al. (2013)の55枚小断層モデルを基に11個のシナリオを用意した．

井田川低地と仙台平野では，単一粒径で計算した場合，観測よりはるかに薄い砂しか堆積しなかった．一方，混合粒径を考慮することで，従来の津波波源モデルが観測堆積層厚を最もよく再現することができ，その他のモデルでは過小評価もしくは過大評価となった．また海岸線に沿って植林された海岸林は内陸に堆積する土砂量に大きく寄与することが明らかとなった．沼の浜に関しては，混合粒径より単一粒径として計算したときの方が観測をよく再現した．この原因はおそらく沼の浜の2011年東北津波堆積物が井田川低地や仙台平野のものに比べて粗粒であったためだと思われる．

上記の結果から，土砂移動計算の妥当性は十分にあると判断できる．また，津波波源モデルに対して，従来の手法（津波堆積物の最大分布と計算浸水距離との比較）より高い感度を持っていることが明らかとなった．今後，古津波堆積物への適用に向けてさらなる検証を続ける予定である．

キーワード：津波堆積物、土砂移動計算、2011年東北地方太平洋沖地震
Keywords: tsunami deposit, sediment transport modeling, 2011 Tohoku earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1], Kazuhisa Goto[2], Takahiro Shinohara[1], Daisuke Sugawara[3], Yuichi Nishimura[4], Takashi Chiba[5]

1. Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ., 2. International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ., 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 4. Graduate School of Science, Hokkaido Univ., 5. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.

Along the history, the Pacific coast of the Tohoku region has been characterized for facing a vast number of tsunamis associated with the highly active subduction of the Japan Trench. Most of the paleotsunami research has been focused on the south and central third of the Pacific coast of Tohoku, while in the northern third the number of this kind of studies is reduced; on the other hand, on the Pacific coast of Hokkaido paleotsunami research has been conducted to establish the recurrence linked to the Kuril trench (Minoura et al., 2013; Chagué-Goff et al., 2017; Inoue et al., 2017; Sawai, 2017). In Hachinohe, this type of research has not been done, being the results of Inoue et al., 2017 the closest at just 60 km southeastward and where the tsunami heights of the 2011 event were similar (Haraguchi & Iwamatsu, 2011). Because of this paleotsunami studies in Hachinohe are of enormous importance since its position could show tsunami activity related to both Kuril and Pacific trenches and its junction, where large tsunamigenic earthquakes have not been historically registered, hence, being this the primary objective of the present research.

The study site is located on a marine terrace surface elevated between 5-10 MAMSL, on the Kamikita coastal plain (Miyauchi, 1985) and 1.2 km inland from the present shoreline; at the same time, this surface is positioned between the Oirase and Gonohe rivers. We have identified eight sand layers, interbedded with mud and occasional tephra layers. Based on tephra analysis, some of them were possible to confirm as the To-a and To-cu tephra at the top and bottom of the sequence, respectively, giving a range of 6 thousand years of geological history, while the last 1000 years has been apparently eroded, removed or disturbed by human activity. To-a tephra layer contained many diatoms, which implies a water flow or shallow water body as deposition environment. Soils from the top of the section.

The stratigraphic correlation shows that four of the eight sand layers can be well traced landward, and grain analysis shows upward and landward fining. Diatom analysis reveals the presence of marine spices in some sand layers, on the other hand, freshwater and reworked freshwater extinct species were found in the uppermost sand layer (under To-a), suggesting a freshwater inundation event as a genetical source for that. CT number profiles (Hounsfield Units) evidence density changes related to lithological variations between the sand and mud layers. Moreover, XRF core scanner (ITRAX) shows that most of the sand layers are strongly related to a marine origin and exposes concentration of Ti that could be related to heavy minerals concentration and, in consequence, suggesting a sedimentary environment of high energy. Therefore, described evidence suggest a marine origin to the seven sand sheets.

In order to clarify the origin of the sand layers, we performed the numerical simulation to differentiate tsunami sands from storm sands proposed by Watanabe et al. (2018), by comparing wave penetration capacity for each phenomenon; the calculation showed that the only way to carry marine sediments on such further inland is with a tsunami event, if we assume present topography.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Paleotsunami research, Tsunami sedimentology, Numerical simulation, Geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源
Characteristics of event deposits and their source in Sekine-hama, Mutsu city, Aomori prefecture

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2]
*Daisuke Ishimura[1], Kaori Aoki[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

2011年東北地方太平洋沖地震以降、日本全国で津波堆積物調査が進められた。特に東北地方太平洋岸では、多くの掘削調査により、津波によると考えられるイベント堆積物が数多く発見されている。一方、調査適地が限られることもあり、そのような研究が実施された地点には偏りがあり、東北地方太平洋岸では、三陸海岸～仙台平野までは多くの研究が実施されているが（澤井ほか，2007；宍倉ほか，2007； Ishimura and Miyauchi, 2015, 2017; Goto et al., 2015; Inoue et al., 2017; 高田ほか，2016，など）、その南北での報告は限られる。本報告では、下北半島北端の青森県むつ市関根浜で見出された津波による可能性があるイベント堆積物について報告する。

青森県むつ市関根浜は、大間崎と尻屋崎の間に位置する。調査地域周辺は、更新世海成段丘と砂丘地形が広がり、海岸のすぐ背後には比較的標高の高い地形が分布する。2011年東北地方太平洋沖地震津波の際は、周辺で2～6 mの遡上高が記録されている（東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（http://www.coastal.jp/ttjt/））。露頭は、海岸に平行な微高地（標高5 m程度）に露出し、海岸からの距離は約50 m，露頭の高さは約2 mである。採取したイベント堆積物試料については、東北大学所有の自動粒子形状測定装置（Morphologi）を用いて、砂サイズの粒子の粒度を計測した。また、5点の放射性炭素年代測定と1点の火山灰分析を行った。

結果、本露頭には、上位では土壌堆積物中に、下位では湿地～海成堆積物中に計18層の砂質（イベント）堆積物が挟在している。そのうち層厚2.5 cmの砂層は、火山灰分析の結果、最下部（1cm）に若干の十和田a（To-a）テフラ（AD915；町田・新井，2003）起源の火山ガラスを含む白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ（AD946；Oppenheimer et al., 2017）であることがわかった。また、現成の海岸試料と最上部の砂丘砂の粒度分布を指標に他の16層の砂質堆積物の給源を推定すると、14層が海岸を構成する砂を多く含んでいることが示唆された。したがって、これら14層は海岸を供給源とする砂層であり、何らかのイベント（高波、高潮、津波）によって海岸から運搬されたと考えられる。また、いくつかの砂層は、下位との境界が明瞭で側方の連続性が良く、津波堆積物に認められる特徴を示す。放射性炭素年代については、現在測定中の試料があるため、発表までに整理してイベント堆積物の年代を示す予定である。

イベント間の堆積物の特徴から、最下位は海成堆積物、下位から中位は湿地性堆積物、上位は土壌堆積物と判断できる。周囲の地形を考えると、かつては氷期の開析谷を浜堤などが閉塞した潟湖であり、周辺の隆起もしくは潟湖の埋積により淡水化し、泥炭が堆積したと推定される。さらに隆起もしくは潟湖の埋積が進み離水し、土壌が生成され始める。そして、現在では砂丘砂が覆う環境になったと考えられる。

このようなイベント堆積物の特徴と周辺の地形発達から、これら砂層の少なくとも一部は、津波による堆積物である可能性がある。今後は、それら砂層の陸側での分布を把握することで、どのようなイベントで形成されてきたか、そしてその遡上範囲が明らかになると考えられる。

キーワード：イベント堆積物、下北半島、白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ
Keywords: Event deposits, Shimokita peninsula, B-Tm tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物
Sedimentary structure and composition of sand blows and sand dikes formed by the 2018 Iburi-Tobu Earthquake, Hokkaido, Japan

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2]
*Yuichi Nishimura[1], Takashi Chiba[2]

1. 北海道大学大学院理学研究院、2. 秋田県立大学生物資源科学部
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）では，震源から約20 km離れた苫小牧市，厚真町，むかわ町の太平洋岸に液状化による噴砂が多数出現した．我々はこの海岸付近の埋立地や河口周辺の低地に形成された噴砂について，堆積物の分布，形，堆積構造および構成物の特徴を調べた．地表に現れた噴砂丘の直径は数十cmから数mで，噴出口が単独のもののほか，いくつかが連結されたものも見られた．また，割れ目から噴出した噴砂も存在した．噴砂丘の構成物は砂，泥，礫，軽石である．断面には層構造が認められ，下位から泥，軽石，砂の順で重なっているものが多い．砂と軽石を含む混合層が地震よって液状化した際，層内で砂と軽石が分離し，上位に集まった軽い粒子から順に噴出したことが示唆される．砂脈については，ピットを掘るかジオスライサーを用いて浅部のみを観察した．砂脈は幅は1mmから10cm程度で，ほとんどがカーブしていたり複雑に折れ曲がったりしている．噴砂丘と砂脈を観察すると，上昇してきた軽石や砂礫が細い管や割れ目の中で詰まり，その後は通り抜けた細粒の粒子のみが地表に噴出した様子がよくわかった．このように，噴砂丘と砂脈の構造は，液状化層を構成する粒子の粒径や比重の特性を反映して複雑なものとなる．今回の観察事実は，液状化と噴砂のプロセスの理解を深めることだけでなく，液状化の痕跡として利用されることが多い地層中の噴砂堆積物を識別し評価する上でも役立つと考えられる．

キーワード：液状化、噴砂、古地震
Keywords: liquefaction, sand blow, paleo-eathquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定
Tsunami deposits and tsunami wave source of the southern part of Okushiri Island, Hokkaido

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2]
*Atsushi Urabe[1], Yoshihiro Kase[2], Gentaro Kawakami[2], Kenji Nishina[2], Hiromichi Koyasu[2]

1. 新潟大学災害・復興科学研究所、2. 道総研・地質研究所
1. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 2. Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization

北海道南部の檜山・奥尻地域では，これまでの津波堆積物の調査に基づき，①1993年北海道南西沖地震，②1741年渡島大島の山体崩壊，③約12世紀，④約5～6世紀，⑤約2500年前，⑥約3000年前の津波履歴が明らかにされている．一方，約3000年前以前の津波履歴については不明であり，履歴に対応した津波波源についても未解明の課題となっている．ここでは奥尻町南部のワサビヤチでのボーリング調査結果について，概要を報告する．

奥尻町南部の青苗地区に位置するワサビヤチは，狭長な谷地形を示し，海岸付近の谷の狭窄部には，浜堤と砂丘が発達する．谷を埋積する地層の表層（数m程度）は泥炭層が発達し，複数の海浜起源の砂層が挟在する．これらは津波堆積物であるとされている．今回の検討では，より古い時代の津波堆積物の解析を目的として，ワサビヤチの3地点（標高約5m）においてオールコアボーリングを行った．全体として，深度約16m以深は，約8300年前～約9500年前の氾濫原の堆積環境を示す．深度約16m～5mは，主に閉鎖的なラグーン環境を示す細かい平行葉理の発達したシルト～粘土層となる．深度5mより上位は，約5000年前以降に堆積した有機質粘土層や泥炭層からなる汽水～淡水成の堆積環境を示している．

淘汰のよい海浜起源を示唆するイベント砂層は約7400年前以降の複数の層準において認められる．
これまでの検討により，ワサビヤチでは約3000年前までの泥炭層において，OW-1～OW-5の５層準の津波イベントが明らかにされている．今回のボーリング調査では，これらに加えて，約7400年前までの層準において新たにOW-6～OW-20までの津波堆積物を見出した．これらの津波堆積物の前後の堆積相，粒度組成，植物片の含有量，全イオウ量を検討した結果，3つの層準において，ワサビヤチ地区（奥尻島南部）が津波と同時期に隆起したものと推定される．

キーワード：津波堆積物、奥尻島
Keywords: tsunami deposit, okushiri island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2]
*Takashi Chiba[1], Yuichi Nishimura[2]

1. 秋田県立大学生物資源科学部、2. 北海道大学理学研究院
1. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, 2. Graduate School of Science, Hokkaido University

It has been evidenced from geological records that paleo-earthquakes accompanied by huge tsunamis occurred at least twice in the last millennium at the southern part of the Kuril Trench. The first of the two tsunamis is supposed to have occurred in the 12-13th century, while the other is supposed to have occurred in the 17th century. The paleo-earthquake and successive tsunami of the 17th century have been particularly investigated by previous studies in the area between Akkeshi to Nemuro at the Hokkaido, Japan. However, the crustal movements due to the earthquake in the area at western side of the Akkeshi such as Tokachi area is still unknown. This lack of substantive information is an obstacle for the studies attempting to calculate the actual impact of the paleo-earthquake and estimating its source region. We conducted a survey using a geo-slicer and GPS. We also performed paleo-environmental reconstruction by diatom analysis for the core samples obtained from the Toberi River mouth area, in Tokachi area to derive indicative data about the crustal movements. Since massive Neogene diatomaceous siltstones sediments containing fossil marine diatoms are widely distributed in the study area, we identified the reworked fossil marine species and excluded it from the diatom analysis in the paleo-environmental reconstruction.As a result of the geo-slicer survey, the tsunami deposits from the coast to the inland up to a distance of 1.8 km in a straight line could be detected. Changes in diatom assemblages which are reflective of inter-seismic subsidence and post-seismic uplift caused by the earthquake were also recognized. On the other hand, inferences derived from diatom analysis of geo-slicer core samples showed that the vertical crustal movement estimated by the elevation of the freshwater-brackish boundary of the core sample was maximum 2.3 m. The freshwater-brackish boundary was identified to be extending up to 1.9 km inland at 3.9 m altitude from the seashore, however it was not conspicuous in the inland and above the elevation at more than 4.0 m. This observation confirmed the relationship between the vertical crustal movements generated by the earthquake and the elevation of pale-sea level. Although it is difficult to reconstruct the crustal movements caused by the 12-13th century earthquake, in light of the above observations it can be concluded that they might possibly have risen up to tens of centimeters at least after the earthquake and then began to change to the inter-seismic subsidence.

キーワード：津波堆積物、地殻変動、珪藻分析、十勝地域
Keywords: tsunami deposit, tectonic movement, diatom analysis, Tokachi area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

火山噴煙（噴煙柱・火砕流・傘型噴煙）と積乱雲は、それぞれの物理過程を正確に捉えるモデリングと時間・空間分解能の高い観測が推移予測に必須となるなど共通点も多い．特に観測に関しては，気象レーダーや気象衛星などのリモートセンシング技術の発展により詳細な監視が可能になってきており，火山噴煙への応用が進みつつある．しかし，モデリングやリモートセンシングには検証が必要であり，現場観測（in-situ measurement）との比較が欠かせない．
本セッションでは，火山学や気象学，地質学など異種の専門家による議論の中で，火山噴煙・積乱雲のダイナミクスと素過程、およびそれらに伴って発生する現象（降灰、降雨、降雪、降雹、火山岩塊の放出など）の理解を目指す．

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

新しい気象庁移流拡散モデルの開発
Redesign of the Japan Meteorological Agency Atmospheric Transport Model

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1]
*Toshiki Shimbori[1], Kensuke Ishii[1]

1. 気象研究所火山研究部
1. Volcanology Research Department, Meteorological Research Institute

気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）を新たに開発する．

現在，気象庁では，主な目的として航空路火山灰情報（VAA）を発表するために全球モデル（GSM）の格子点値（GPV）を入力する全球移流拡散モデル（JMA-GATM）と，降灰予報のために非静力学モデルasuca（気象庁予報部, 2014）に基づくメソモデル（MSM）または局地モデル（LFM）のGPVを入力する領域移流拡散モデル（JMA-RATM）を運用している．2019年度から始まる気象研究所中期研究計画の一つ『火山活動の監視・予測に関する研究』の副課題３「火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測」においては，JMA-ATMを新たに開発して，火山灰データ同化（石井・他, 2017）と結合した解析・予報サイクル，すなわち火山灰データ同化・予測システムの構築をテーマに研究を進める計画である．

新しいATMは，降灰予報およびVAA業務における現業化を念頭に，堅牢性・速報性・柔軟性および開発管理の観点から設計している．**堅牢性**：現業運用において異常終了しないためにラグランジュ記述．**速報性**：降灰予報およびVAAを迅速に発表するためにオフライン計算．さらに今後，濃度予測の業務化などに伴う計算量の増加を見込んで，GPV要素変換の前処理化，スーパーコンピュータ上ではMPIによる並列計算．**柔軟性**：初期値は供給源モデルによる火山灰に限定せず，入力値は数値予報モデル（GSM, MSMおよびLFM）のGPVに特化しない計算粒子・座標系の設定．**開発管理**：気象庁内におけるモデル開発の相互点検・共有のためのシステムによるプロジェクト管理およびバージョン管理．これらのうち，ラグランジュ記述でオフライン計算することは現行モデルを踏襲する．GPVの入力方法は，従来GATMはGSMと同じ地形に沿った気圧座標系，RATMはasucaと同じ地形に沿った高度座標系（新堀・他, 2016）で直接読込していたが，新しいATMは前処理で異なる種類のGPVを共通の気象要素に変換して高度座標系で読込む．この方針により，二つに分かれていたGATMとRATMは，一つのATMに統一される（Fig. 1）．新しいATMのプログラム（ソースコード）は，コーディングルール（室井・他, 2002）を規範としてFortranで書き，すべてのサブルーチンをモジュール化して可読性を高める．そして，各力学・物理過程では計算粒子の時間変化率を求め，タイムステップの最後に時間積分することにより，各過程は基本的に可換にして独立性を保たせる．新しいATMのソースコードを含む開発環境については，気象庁予報部（2017）で導入されたSubversion（SVN）により変更履歴を管理するとともに，SVNと連携したRedmineにより作業工程を記録する．

現業モデルとしての新しいATMの最初の目標は， GATMおよびRATMと同等の予測精度を確保することである．特に地表面に近い大気輸送を予測するためには，高度座標系における地形の適切なモデル表現が重要になる．また，新しいATMに対応した可視化や検証ツールなどの開発基盤の整備も必要である．現業化に向けた一連の開発は2020年度をめどにして，JMA-ATMの設計内容は気象研究所技術報告にまとめて上梓を予定している．その後，気象レーダーなどによる観測データ（例えば，佐藤・他, 2019）を同化するためのシステムに結合するとともに，モデル自体の予測精度を上げるために，凝集や再飛散過程の導入などによりATMの改良を行ってゆきたい．

参考文献

石井憲介, 新堀敏基, 佐藤英一, 林　勇太, 徳本哲男, 福井敬一, 橋本明弘, 2017: 火山灰拡散予測のための火山灰データ同化システムの開発. *日本地球惑星科学連合大会予稿集*, MIS02-P02.

気象庁予報部, 2014: 次世代非静力学モデルasuca. *数値予報課報告・別冊*, **60**, 151 p.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁予報部, 2017: 数値予報モデル開発のための基盤整備および開発管理. *数値予報課報告・別冊*, **63**, 108 p.

室井ちあし，豊田英司, 吉村裕正, 保坂征宏, 杉　正人, 2002: 標準コーディングルール. *天気*, **49**, 91-95.

佐藤英一, 千馬竜太郎, 福井敬一, 新堀敏基, 2019: 二重偏波レーダーを用いた曇天・雨天時の火山噴煙の観測について（第２報）. *日本気象学会春季大会講演予稿集*.

新堀敏基, 2016: 火山灰輸送：モデルと予測. *火山*, **61**, 399-427.

新堀敏基, 林　洋介, 藤原善明, 松田康平, 石井憲介, 佐藤英一, 徳本哲男, 2016: 領域移流拡散モデルへのasucaモデル面GPV導入ー降灰予報で活用するためにー. *日本火山学会講演予稿集*, 189.

キーワード：移流拡散モデル、JMA-ATM、火山灰、火山礫、降灰予報、航空路火山灰情報
Keywords: Atmospheric Transport Model, JMA-ATM, volcanic ash, lapilli, VAFF, VAA

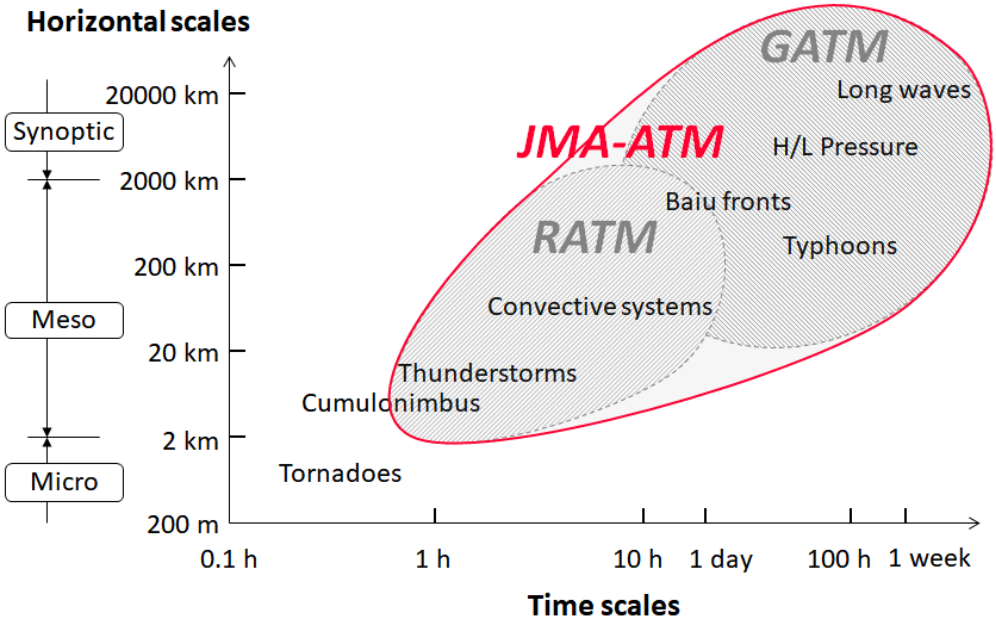


Fig. 1 Horizontal and time scales of atmospheric phenomena covered by the JMA 's ATMs (after Shimbori, 2016).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造
Mathematical mechanism of an inverse problem for tephra transport and dispersal model

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2]
*Kensuke Ishii[1], Takehiro Koyaguchi[2]

1. 気象研究所火山研究部、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

火山噴火時の噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布を正確に求めることは重要である。例えば、気象庁の降灰予報では、移流拡散モデルによって地表における降下火砕物分布の予測計算を行っているが、その予測精度は初期値である火砕物の鉛直濃度分布に大きく左右される。また、解析や観測による火砕物の鉛直濃度分布の高精度な推定は、噴煙柱の力学モデル（例えば、Wood&Bursik1991）の検証や理解にも貢献する。

本研究で対象とする力学系は、噴煙柱の各高度から放出された火砕物が風によって運ばれ拡散しながら終端速度によって落下し最終的に地表に堆積する系とした。このとき、噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布から地表の降下火砕物分布を計算するモデルは線形の移流拡散モデルとなる。従って、降下火砕物観測から火砕物の鉛直濃度分布を求めるために解くべき問題は、線形の逆問題に帰着する。そこで本研究では、降下火砕物分布（観測）と火砕物の鉛直濃度分布（モデルパラメータ）の関係を調べるために、逆解析手法の一つである特異値分解を用いて、数値実験を行った。数値実験では、疑似的な観測データを作成し、誤差の伝搬を含めて、この問題の数理的な構造を調べた。

この力学系における逆問題は、降下火砕物の観測数を十分に多くとれば「優決定問題」となる。しかしながら、特異値解析によると、この逆問題は数理的に「不適切」な性質を持ち、多数のモデルパラメータを推定することが困難である。すなわち、上層から放出された火砕物ほど、拡散の影響によって情報を失いやすいという特徴を反映して、観測誤差を拡大させる小さな特異値が生じやすくなる。その結果、観測誤差に支配された非物理的なモデルパラメータが推定されてしまう（過剰適合）。この問題を回避するには、小さな特異値を持つ特異ベクトルを何らかの方法で解析値から除外する必要がある。そこで我々は、「正則化」と「鉛直座標の最適化」をおこなった。正則化とは、小さな特異値を持つ特異ベクトルの成分を考慮しない方法であり、例えばPicardの条件を用いた正則化やTikhonov正則化等がある。一方、鉛直座標の最適化は、小さな特異値の発生を回避することを目的として、格子点の間を線形補完することによりモデルパラメータの数を減らす方法である。我々は、これらの方法を組み合わせて用いることによって、過剰適合を適切に抑えた近似解を得ることができた。

今後、我々はこの逆問題について、より効率的かつ高精度なモデルパラメータ推定を行うとともに、本研究で蓄積した知見を噴煙ダイナミクスモデルと組み合わせることで、マグマ噴出率等のより基本的な噴火パラメータを推定したいと考えている。本発表では、これらの取り組み状況や今後の展望について報告する。

キーワード：逆問題、特異値、特異値分解、噴煙柱、降下火砕物、火山噴火
Keywords: inverse problem, singurar value, singurar value decomposition, eruption column, tephra fallout deposit, volcanic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発
Development of the plume source model for inversion of tephra fallout

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1]
*Akira Nishijo[1], Takehiro Koyaguchi[1], Yujiro Suzuki[1]

1. 東京大学地震研究所
1. The University of Tokyo Earthquake Research Institute

爆発的火山噴火においては噴煙からマグマの破片（火砕物）が降下し、降下火砕堆積物を形成する。降下火砕堆積物の総質量は、イベント全体のマグマ噴出量（噴火の規模）に直結する。降下火砕物の粒径と最大飛距離の関係は火山噴煙の高度と密接に関連し、さらに噴煙高度は単位時間あたりのマグマ噴出率（噴火の激しさ）によって決まる。このように、降下火砕堆積物は噴火イベントの特徴を強く反映している。一方、火砕物が大気中を飛散し堆積するまでの物理過程は、移流拡散モデルで記述される。降下火砕物インバージョンとは、このモデルに基づき、堆積物の観測データを最も良く説明する噴火条件を逆計算で推定する手法である（Conner & Conner 2006）。移流拡散モデルのインバージョンで直接的に求まるのは、火口直上の噴煙における火砕物供給量の空間分布である。ここでは、この空間分布について、各粒径の噴煙からの単位時間・単位長さあたり火砕物供給質量を噴煙軸に沿った座標の関数として表し、それを「供給率関数」と呼ぶ。供給率関数は噴煙から離脱する粒子の量を表すため、その特性は噴煙のダイナミクスに依存する。しかしながら先行研究では、供給率関数はダイナミクスを考慮せず数学的関数で近似されてきた（White et al 2017）。本研究の目標は、供給率関数の性質を物理モデルから理解し、インバージョン解析への適用に向けた考察を行うことである。

供給率関数は、粒子沈降モデルと噴煙運動モデルを組み合わせた「火砕物供給源モデル」の出力として得られる。粒子沈降モデルは、噴煙からの火砕物放出プロセスを記述する物理モデルである。噴煙運動モデルは、密度中立高度（NBL）より下では1次元噴煙モデル、NBLに達した後は重力流モデルで記述できる。本研究で使用した1次元噴煙モデルは、風で噴煙が湾曲する効果と粒子放出の物理的フィードバックを考慮したものである（Bursik2001）。また粒子沈降モデルでは、一様に攪拌された噴煙と大気との境界面から火砕物粒子が終端速度で沈降・離脱する過程を考え、さらに風による噴煙の湾曲の影響を考慮した。

火砕物供給源モデルに基づく計算により、粒径ごとの供給率関数が得られた。本モデルの出力としての供給率関数は、「噴煙柱供給率関数」と「重力流供給率関数」の2つの領域から構成される。噴煙柱供給率関数は、1次元噴煙モデルのNBL以下の各高度において噴煙の縁から落下する粒子の質量フラックスを表し、いずれの粒径についても高度に対して下に凸の単調減少関数となる。重力流供給率関数は、1次元噴煙モデルにおいてNBLで噴煙内に残存する粒子の質量フラックスであり、重力流モデルの供給源における質量フラックスを表す。噴煙柱・重力流供給率関数の特徴は、粒径に大きく依存する。直径数cm以上の粗粒粒子の大部分は、噴煙柱下部で大気中へ放出される。その結果、粗粒粒子の噴煙柱供給率関数は急激な減少関数となり、重力流供給率関数はゼロに近い値を取る。直径0.1 mm以下の細粒粒子の大部分は，噴煙内に残った状態でNBLへ到達する。それゆえ、細粒粒子の噴煙柱供給率関数は全域にわたって非常に小さい値を持ち、重力流供給率関数は火口における粒子供給率と近似的に一致する。中間サイズの粒子（直径1~10 mm）の噴煙柱供給率関数は、細粒粒子のものよりも大きな値を持ち、かつ粗粒粒子のものに比べて緩やかな減少関数となる。その結果、噴煙柱上部においては、中間サイズ粒子の大気への放出量は粗粒・細粒粒子の放出量よりも多くなる。また、中間サイズ粒子の重力流供給率関数の値は粒径に関して鋭敏に変化する。本発表では、これらの火砕物供給源モデルに基づく供給率関数と既存のインバージョン研究で用いられている近似関数を比較・議論する。

キーワード：爆発的火山噴火、降下火砕物インバージョン、1次元噴煙モデル、粒子沈降、移流拡散モデル
Keywords: explosive volcanic eruption, inversion of tephra fallout, 1-D eruption model, particle sedimentation, advection-diffusion model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布
Segregation height and size distribution of volcanic ash of Sakurajima eruptions inferred by observed settling velocity

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2]
*Kosei Takishita[1], Masato Iguchi[2], Tadaomi Sonoda[2]

1. 京都大学大学院 理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto Univ., 2. DPRI, Kyoto Univ.

1. はじめに

降灰予測モデルにおいて，精度に最も影響を与える入力値は質量噴出率や風だが，さらに精度を上げるには噴煙からの粒子分離も重要である。そのためMannen [2014]は伊豆大島の1986年B噴火（噴煙高度10kmの準プリニー式噴火）の降灰量と移流拡散モデルTephra2を用いて，火山灰粒子の噴煙からの分離高度を推定した。本研究はこの事例研究と似た手法を用いて，桜島の多数のブルカノ式噴火により放出された火山灰の落下速度の実測値に基づいて，粒子の分離高度と粒径分布の特徴を調べた。

2. 観測手法およびデータ

レーザー式雨量計Parsivel[2]（OTT社）を桜島の島内13地点に設置して観測した。本機器は一粒ごとに粒子の直径（0.2-24.5mm）と落下速度(0.2-20.8m/s)を各32区間に分類し，毎分の粒数を記録する。火山灰観測にも有用である[小園・他, 2015]。2018年5月から12月までの8ヶ月間のデータを解析した結果，期間中に発生した346回の噴火のうち156回の噴火によるのべ261地点の降灰が検知された。粒径は0.25mm - 20mmの範囲で検知され，最も体積比での検知量が多かった粒度区間は0.625mm - 0.75mmだった。また落下速度は0m/s -12.8m/sの範囲で検知され，いずれの粒径でも球形粒子の終端速度[Wilson and Huang, 1973]を下回った。

3. 解析手法

噴煙を離れた火山灰は移流，拡散，落下の複合過程を経て地上に到達する。地上の観測点から遡って流跡線を推定し，噴煙に最も近づいた高度を噴煙分離高度とした。風の場の水平成分は鹿児島地方気象台による観測値を高度・時間方向に内挿することにより得られ，鉛直成分は無視された。また拡散は水平方向の二次元ガウス分布[Suzuki, 1983]で表せること，落下速度は地表で観測される値で一定であること，噴煙は火口から高度方向に伸びる線状源であることを仮定した。

4. 粒子分離高度と粒径分布

噴火開始から10分以内に分離したと推定された粒子から，17回の噴火での高度ごとの火山灰の分離重量と粒径分布が推定された。これらの噴火は噴煙高度が400m - 4700m（3回は不明）で，噴煙全体のうち150m - 990mの高度区間が推定された。このうち最も広い高度区間で推定された，2018年6月9日15:09の噴火は，噴煙高度1400m（海抜2400m）の噴煙を伴い，引ノ平観測点（火口から1.6km，14,642粒検知）とハルタ山観測点（2.7km，229粒検知）で降灰が検知された。噴煙のうち海抜1260mから2250mまでの990mの区間が推定された。この区間から分離した火山灰の重量は4.4×10^3tだった。ここで火山灰の分離密度[t/m]の対数をαと定義する。この噴火においては，αはどの高度でも-1から0の間で推移し，高度との相関はなかった。また粒度分布については，0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度が強い逆相関（R=-0.94）を示し，高い場所ほど小さな粒径の割合が下がることが示唆された。

2018年7月16日15:38の噴火は高度4600mの噴煙を放出し，引ノ平観測点（7,767粒検知），ハルタ山観測点（176粒検知），赤水観測点（火口から4.6km，2,501粒検知）で降灰が検知された。3地点のデータから，噴煙のうち海抜1290mから1710m，2070mから2570mまでのあわせて920mの区間が推定された。この範囲から分離した火山灰の重量は3.6×10^3tで，αは-2から0の間で推移し，高度との相関はなかった。0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度も強い相関は見られなかった（R=-0.39）。

ほとんどの噴火では高度と粒径分布に相関が見られなかったが，中には6月9日の噴火と同様の逆相関

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（R<-0.9）が見られたもの（4回），強い正相関（R>0.9）が見られたもの（1回）があった。Mannen [2014]も似たような逆相関を示した。

5．手法の検証

同じ期間に鹿児島県内のより広い範囲で継続的に観測された総降灰量から得られたαの平均は0.46である。本研究におけるαの平均は-0.18で，この値よりも小さい。これは本研究が噴火開始から10分間のデータのみを扱っているためである。

分離高度の一部は火口の標高（海抜1000m）以下と推定された。この原因は下降風を無視したことだと考えられるため，今後考慮する。

キーワード：噴煙からの分離、桜島火山、降下火山灰、パーシベル
Keywords: segregation from a volcanic plume, Sakurajima volcano, tephra fall, Parsivel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み
Distant tracking of maximum pumice diameter in pumice-fall of the Tenmei eruption of Asama volcano: An attempt to draw isopleth lines of mm scale-maximum pumice diameter in the Kanto Plain

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1]
*Shingo Takeuchi[1], Shimpei Uesawa[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, Civil Engineering Research Laboratory, Geosphere Sciences

降灰は火山の遠方にまで到達し、たとえ少量でも人間社会に様々な影響を及ぼす可能性がある。例えば、厚さ1 mmの降灰堆積物によって、建物屋根などには約1 kg/m^{2}の荷重がかかる。その影響は降灰の粒径にも依存し、より細粒な降灰粒子ほど吸気されやすく、空冷機器や人体への影響が大きくなる。火山から遠方の地域において表土上に堆積するcmスケール以下の層厚の薄い降灰堆積物は、堆積後の土壌化過程での物質移動（例えば生物擾乱）により地層としては残りにくいが、降灰粒子は土壌中に保存されている可能性がある。そのような遠方での降灰粒子特性を明らかにすることは、実績に基づく降灰影響の評価だけでなく、遠方に及ぶ噴煙・火山灰拡散に関わるモデルを検証するための”地質学的観測データ”としても重要である。そこで本研究では火山から遠方の地域での降灰堆積物について、土壌中の粒子の分析により降下軽石を認定し、遠方での降灰粒子特性を得ることを試みた。比較的最近の関東地方での降灰の一例として、1783年の浅間山天明噴火の降下軽石を対象に、降灰域全体（群馬県・栃木県・茨城県・埼玉県・千葉県・東京都）に渡る調査を行い、mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を描く試みについて報告する。

竹内・上澤（2018, JpGU）では、浅間山から南東に伸びる天明噴火降灰の降下主軸にほぼ沿う地域で調査を行い、浅間山からの距離と軽石最大粒径の関係を明らかにし、Minakami (1942)の最大粒径データと調和的に遠方でのデータがつながることを示した。また、埼玉県吉見町、千葉県我孫子市、成田市で採集された軽石粒子の石基ガラス組成を測定し、浅間山近傍で得られる天明噴火軽石の石基ガラスとの一致を確認した。本論では、同様の調査を降下主軸から離れた関東平野全体に展開した。

調査地点選定にあたっては、空撮画像・古地図を利用し、天明噴火以降の表土の削剥や耕作による客土の可能性を可能な限り排除した。地表下15 cm程度の森林の林床土壌を採集し、水洗と過酸化水素水により処理した後に篩い分けを行い、土壌粒子の観察を行った。顕微鏡あるいはフラットベットスキャナーで粒子を撮影し、画像解析により新鮮な黄白色軽石粒子を抽出し、それらの形状を楕円近似した場合の最大長軸を計測し、粒径とした。上位5位までの軽石粒径の平均をとることにより、その地点での最大軽石粒径とした。

現時点での暫定結果として、降下軽石について最小1 mmまでの等最大粒径線を関東平野内で描ける見通しを得た。1 mmの等最大粒径線は埼玉県秩父市から、日高市、川越市を通り、千葉県流山市、印西市をつなぐ曲線として描くことができる。その先は茨城県内に入ると予想されるが現時点では未確定である。茨城県下妻市や坂東市で1.4 mmのデータを得ており、それよりも東方の地域での調査を今後進める予定である。

なお、本研究では浅間山天仁噴火（1108年）の降下軽石の特徴の把握も行った。群馬県南部および栃木県南部では、天明噴火の降灰域が浅間山から東方に主軸を持つ天仁噴火の降灰域と重なり、土壌からは天仁噴火起源と考えられる軽石粒子も出現する。従って、軽石粒子の判別が必要となる。天明噴火の降下主軸に沿う群馬県南西部での降下軽石層の観察では、天仁噴火に比べ天明噴火の軽石の最大粒径が大きい。従って天明噴火

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の降下主軸から南側の範囲では、天仁噴火軽石の混入の影響は埼玉県北部でも軽微と考えることができる。一方、群馬県南部から栃木県南部に渡る地域では、天仁と天明噴火の軽石最大粒径が同程度、あるいは天仁噴火の方が大きい場合がある。降下軽石層の観察では天明噴火軽石は黄白色、天仁噴火は褐色軽石に富む特徴がある。色調の違いは石基ガラス組成、石基結晶化組織、発泡組織の違いに起因すると考えられるため、今後は、これらの特徴の違いを基にして、浅間山天仁噴火と天明噴火軽石の判別の精度を高める予定である。

キーワード：降下火山灰、降下軽石最大粒径、浅間山天明噴火
Keywords: volcanic ash-fall, maximum pumice size, Tenmei eruption of Asama volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

Degassing activity of Aso volcano, Japan, before the 8 October 2016 eruption measured by satellite and ground-based remote sensing techniques

*森田 雅明[1]
*Masaaki Morita[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

火山ガスの放出率は，二酸化硫黄（SO_2）放出率として地上での分光学的遠隔観測により測定されてきた。近年，技術的な進展により，衛星搭載センサーを用いて非噴火時のSO_2放出量を測定することが可能となってきた。本研究では，これらの測定手法を火山噴煙のカメラ画像と組み合わせることで，阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動を評価することを試みた。2016年4月～10月の期間で，Ozone Mapping and Profiler Suite（OMPS）により測定された大気中SO_2量を，気象庁により地上で測定されたSO_2放出率およびカメラ画像から推定した噴煙高度と比較した。その結果，これら3成分は観測期間全体で類似した変動を示した。2016年8月には大気中SO_2量および噴煙高度は，それぞれ1000トンおよび火口縁上900メートル程度に増大した。両者の値は，その後徐々に低下したが，10月に入って急激な上昇を示し，最高値に達した（それぞれ1200トン以上および火口縁上1010メートル）。これらの類似した変動は，脱ガスの状況が観測期間中には安定していたにもかかわらず，火道浅部における火山ガスの蓄積が，このマグマ水蒸気噴火のトリガーとなったことを示唆する。本研究の結果は，低い高度にある火山噴煙に対しても，衛星による火山ガス放出率のモニタリングが有用であることを意味する。

キーワード：火山ガス、阿蘇、リモートセンシング、二酸化硫黄放出率、OMPS
Keywords: Volcanic gas, Aso volcano, Remote sensing, Sulfur dioxide flux, OMPS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1], Masayuki Maki[1], Masato Iguchi[2], Dong-In Lee[3]

1. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan, 2. Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan, 3. Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea

We analyzed statistically the polarimetric radar data of 9 Sakurajima volcanic eruption clouds in 2013. All eruption clouds have a height exceeding 3000m. According to the results, Z_H has positively skewed distributions (Skewness of 1.6; mean Z_H of 9.77 dBZ and median of 7.4 dBZ), Z_{DR} has normal distributions (Skewness of 0.02; mean Z_{DR} of 1.58 dB and median of 1.6 dB), K_{DP} has positively skewed distributions (Skewness of 7.12; mean K_{DP} of 0.03 deg/km and median of 0.0 deg/km), and ρ_{hv} has negatively skewed distributions (Skewness of -1.02; mean ρ_{hv} of 0.77 and median of 0.8). Depending on time after the eruption, the average Z_H decreased from 22.3 dBZ to 6.75 dBZ while the average Z_{DR} and ρ_{hv} tended to increase from 1.24 dB to 1.67 dB, and from 0.47 to 0.83, respectively.

Keywords: polarimetric radar parameters, volcanic ash, statistical analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発
Development of easy tools for volcanic eruption plume/cloud analysis using weather radars

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2]
*Eiichi Sato[1], Ryutaro Senba[2]

1. 気象研究所、2. 福岡管区気象台
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka Regional Headquarter, Japan Meteorological Agency

気象研究所と鹿児島地方気象台は、気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究に取り組んでいる。火山学の中では噴煙のレーダー解析は少数のため、特にレーダー気象学の初学者向けに汎用的解析ツールの開発を行っている。気象庁における火山の噴煙観測は、主に遠望カメラの画像に映る噴煙を解析することで行われているため、気象条件によっては噴煙の観測は不可能になるという状態にある。レーダーデータによる噴煙の解析が容易になれば、雲などにより火口付近の視界が悪い場合でも即時的な噴煙の観測を行うことが可能になり、噴火に関する情報をより正確に得られることが期待される。本発表では、ツール開発の概要と事例解析結果について述べる。

ツールの開発については、気象研究所で開発されたレーダー解析ソフト“Draft”を用いる。Draftはレーダーデータのフォーマット変換やレーダーの解析、描画までを行うコマンド群からなっている。これらのコマンド群を適切に利用すればレーダーデータから噴煙エコーを解析することは可能であるが、レーダー気象学、またDraftそのものにあまり触れたことがない場合には解析は容易ではない。そのため、これらのコマンドや他のプログラム等を組み合わせ、レーダーデータの入手から解析結果の描画までをほぼ自動的に行うことで容易に噴煙の状態を把握できるようなツールの開発を目標としている。

事例解析としては、2017年11月13日に桜島の南岳山頂火口で起きた噴火を対象に行った解析例を紹介する。この噴火に伴う噴煙は、山頂付近を覆う雲のため目視及び遠望カメラでは観測ができなかった。しかし、桜島にある有村観測坑道伸縮計(大隅河川国道事務所)の火口方向と直交する方向の成分で観測された山体の収縮を示す変化量を見ると、2018年6月16日に南岳山頂火口で発生した噴煙が海面高度約5700mまで上がった噴火に伴う変化量と同程度であり、熱的な条件が整えば同程度の高度まで噴煙が上がったとしても不思議ではない。この事例を気象庁の現業レーダーである種子島レーダー及び福岡レーダー（Cバンド単偏波ドップラー気象レーダー）のデータを用いて解析した結果、反射強度の分布から噴煙は海面高度4.5～6km程度まで上昇し、10分程度その高度を維持していたことが確認できた。2017年の桜島において噴煙高度が海面上5km程度まで上がった噴火は、昭和火口で起きた5月2日の噴火のみであり、同年では最大規模の噴火であった可能性がある。また、種子島レーダーでは反射強度に二つの空間的なピークが見られる時間帯があった。一方は水滴の付着や凝集によって、反射強度が高まった可能性がある。この事例については、国土交通省のXRAIN等他のレーダーデータを用いた解析も行う予定である。

結果として、雲により噴煙が見えない状況下での、気象レーダーによる噴煙解析ツールの有効性が示された。このツールによって、全天候下での即時的な噴煙解析が可能となることが期待される。しかし課題となる点もある。今回用いた気象庁レーダーの時間分解能が5分程度であり、噴煙量が少なく継続時間が数分程度の規模の噴火では確からしい噴煙高度を求めることができない可能性がある。以後は引き続きツールの開発を実施すると共に、事例解析を進めつつ解析手法の高度化を目指したい。

キーワード：火山噴煙、気象レーダー、桜島火山
Keywords: volcanic eruption plume/cloud, weather radar, Sakurajima volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

火山噴煙（噴煙柱・火砕流・傘型噴煙）と積乱雲は、それぞれの物理過程を正確に捉えるモデリングと時間・空間分解能の高い観測が推移予測に必須となるなど共通点も多い．特に観測に関しては，気象レーダーや気象衛星などのリモートセンシング技術の発展により詳細な監視が可能になってきており，火山噴煙への応用が進みつつある．しかし，モデリングやリモートセンシングには検証が必要であり，現場観測（in-situ measurement）との比較が欠かせない．
本セッションでは，火山学や気象学，地質学など異種の専門家による議論の中で，火山噴煙・積乱雲のダイナミクスと素過程、およびそれらに伴って発生する現象（降灰、降雨、降雪、降雹、火山岩塊の放出など）の理解を目指す．

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

新しい気象庁移流拡散モデルの開発
Redesign of the Japan Meteorological Agency Atmospheric Transport Model

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1]
*Toshiki Shimbori[1], Kensuke Ishii[1]

1. 気象研究所火山研究部
1. Volcanology Research Department, Meteorological Research Institute

気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）を新たに開発する．

現在，気象庁では，主な目的として航空路火山灰情報（VAA）を発表するために全球モデル（GSM）の格子点値（GPV）を入力する全球移流拡散モデル（JMA-GATM）と，降灰予報のために非静力学モデルasuca（気象庁予報部, 2014）に基づくメソモデル（MSM）または局地モデル（LFM）のGPVを入力する領域移流拡散モデル（JMA-RATM）を運用している．2019年度から始まる気象研究所中期研究計画の一つ『火山活動の監視・予測に関する研究』の副課題３「火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測」においては，JMA-ATMを新たに開発して，火山灰データ同化（石井・他, 2017）と結合した解析・予報サイクル，すなわち火山灰データ同化・予測システムの構築をテーマに研究を進める計画である．

新しいATMは，降灰予報およびVAA業務における現業化を念頭に，堅牢性・速報性・柔軟性および開発管理の観点から設計している．**堅牢性**：現業運用において異常終了しないためにラグランジュ記述．**速報性**：降灰予報およびVAAを迅速に発表するためにオフライン計算．さらに今後，濃度予測の業務化などに伴う計算量の増加を見込んで，GPV要素変換の前処理化，スーパーコンピュータ上ではMPIによる並列計算．**柔軟性**：初期値は供給源モデルによる火山灰に限定せず，入力値は数値予報モデル（GSM, MSMおよびLFM）のGPVに特化しない計算粒子・座標系の設定．**開発管理**：気象庁内におけるモデル開発の相互点検・共有のためのシステムによるプロジェクト管理およびバージョン管理．これらのうち，ラグランジュ記述でオフライン計算することは現行モデルを踏襲する．GPVの入力方法は，従来GATMはGSMと同じ地形に沿った気圧座標系，RATMはasucaと同じ地形に沿った高度座標系（新堀・他, 2016）で直接読込していたが，新しいATMは前処理で異なる種類のGPVを共通の気象要素に変換して高度座標系で読込む．この方針により，二つに分かれていたGATMとRATMは，一つのATMに統一される（Fig. 1）．新しいATMのプログラム（ソースコード）は，コーディングルール（室井・他, 2002）を規範としてFortranで書き，すべてのサブルーチンをモジュール化して可読性を高める．そして，各力学・物理過程では計算粒子の時間変化率を求め，タイムステップの最後に時間積分することにより，各過程は基本的に可換にして独立性を保たせる．新しいATMのソースコードを含む開発環境については，気象庁予報部（2017）で導入されたSubversion（SVN）により変更履歴を管理するとともに，SVNと連携したRedmineにより作業工程を記録する．

現業モデルとしての新しいATMの最初の目標は， GATMおよびRATMと同等の予測精度を確保することである．特に地表面に近い大気輸送を予測するためには，高度座標系における地形の適切なモデル表現が重要になる．また，新しいATMに対応した可視化や検証ツールなどの開発基盤の整備も必要である．現業化に向けた一連の開発は2020年度をめどにして，JMA-ATMの設計内容は気象研究所技術報告にまとめて上梓を予定している．その後，気象レーダーなどによる観測データ（例えば，佐藤・他, 2019）を同化するためのシステムに結合するとともに，モデル自体の予測精度を上げるために，凝集や再飛散過程の導入などによりATMの改良を行ってゆきたい．

参考文献

石井憲介, 新堀敏基, 佐藤英一, 林　勇太, 徳本哲男, 福井敬一, 橋本明弘, 2017: 火山灰拡散予測のための火山灰データ同化システムの開発. *日本地球惑星科学連合大会予稿集*, MIS02-P02.

気象庁予報部, 2014: 次世代非静力学モデルasuca. *数値予報課報告・別冊*, **60**, 151 p.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁予報部, 2017: 数値予報モデル開発のための基盤整備および開発管理. *数値予報課報告・別冊*, **63**, 108 p.

室井ちあし，豊田英司, 吉村裕正, 保坂征宏, 杉　正人, 2002: 標準コーディングルール. *天気*, **49**, 91-95.

佐藤英一, 千馬竜太郎, 福井敬一, 新堀敏基, 2019: 二重偏波レーダーを用いた曇天・雨天時の火山噴煙の観測について（第２報）. *日本気象学会春季大会講演予稿集*.

新堀敏基, 2016: 火山灰輸送：モデルと予測. *火山*, **61**, 399-427.

新堀敏基, 林　洋介, 藤原善明, 松田康平, 石井憲介, 佐藤英一, 徳本哲男, 2016: 領域移流拡散モデルへのasucaモデル面GPV導入ー降灰予報で活用するためにー. *日本火山学会講演予稿集*, 189.

キーワード：移流拡散モデル、JMA-ATM、火山灰、火山礫、降灰予報、航空路火山灰情報
Keywords: Atmospheric Transport Model, JMA-ATM, volcanic ash, lapilli, VAFF, VAA

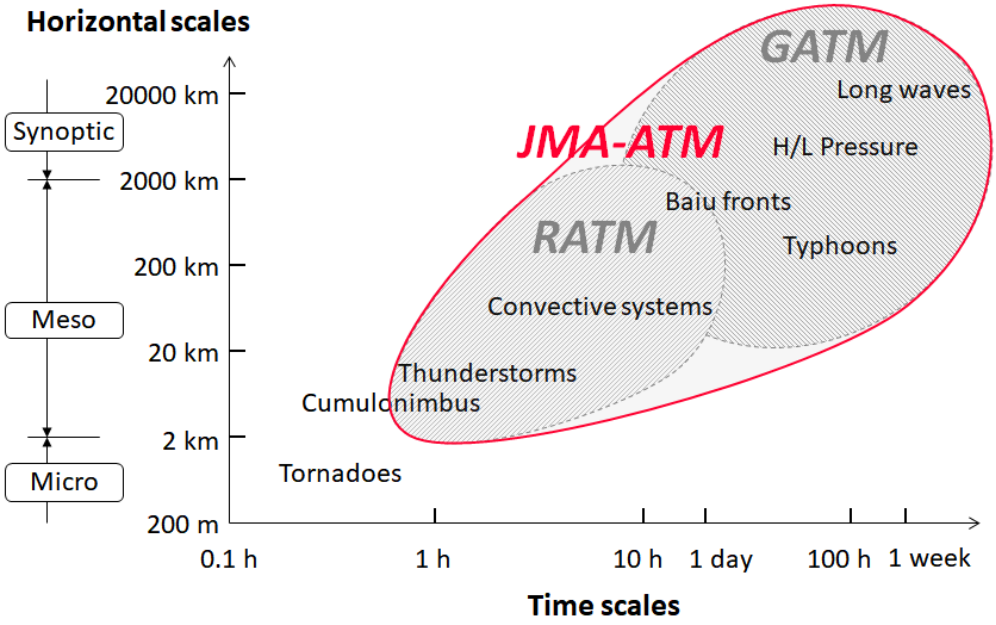


Fig. 1 Horizontal and time scales of atmospheric phenomena covered by the JMA 's ATMs (after Shimbori, 2016).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造
Mathematical mechanism of an inverse problem for tephra transport and dispersal model

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2]
*Kensuke Ishii[1], Takehiro Koyaguchi[2]

1. 気象研究所火山研究部、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

火山噴火時の噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布を正確に求めることは重要である。例えば、気象庁の降灰予報では、移流拡散モデルによって地表における降下火砕物分布の予測計算を行っているが、その予測精度は初期値である火砕物の鉛直濃度分布に大きく左右される。また、解析や観測による火砕物の鉛直濃度分布の高精度な推定は、噴煙柱の力学モデル（例えば、Wood&Bursik1991）の検証や理解にも貢献する。

本研究で対象とする力学系は、噴煙柱の各高度から放出された火砕物が風によって運ばれ拡散しながら終端速度によって落下し最終的に地表に堆積する系とした。このとき、噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布から地表の降下火砕物分布を計算するモデルは線形の移流拡散モデルとなる。従って、降下火砕物観測から火砕物の鉛直濃度分布を求めるために解くべき問題は、線形の逆問題に帰着する。そこで本研究では、降下火砕物分布（観測）と火砕物の鉛直濃度分布（モデルパラメータ）の関係を調べるために、逆解析手法の一つである特異値分解を用いて、数値実験を行った。数値実験では、疑似的な観測データを作成し、誤差の伝搬を含めて、この問題の数理的な構造を調べた。

この力学系における逆問題は、降下火砕物の観測数を十分に多くとれば「優決定問題」となる。しかしながら、特異値解析によると、この逆問題は数理的に「不適切」な性質を持ち、多数のモデルパラメータを推定することが困難である。すなわち、上層から放出された火砕物ほど、拡散の影響によって情報を失いやすいという特徴を反映して、観測誤差を拡大させる小さな特異値が生じやすくなる。その結果、観測誤差に支配された非物理的なモデルパラメータが推定されてしまう（過剰適合）。この問題を回避するには、小さな特異値を持つ特異ベクトルを何らかの方法で解析値から除外する必要がある。そこで我々は、「正則化」と「鉛直座標の最適化」をおこなった。正則化とは、小さな特異値を持つ特異ベクトルの成分を考慮しない方法であり、例えばPicardの条件を用いた正則化やTikhonov正則化等がある。一方、鉛直座標の最適化は、小さな特異値の発生を回避することを目的として、格子点の間を線形補完することによりモデルパラメータの数を減らす方法である。我々は、これらの方法を組み合わせて用いることによって、過剰適合を適切に抑えた近似解を得ることができた。

今後、我々はこの逆問題について、より効率的かつ高精度なモデルパラメータ推定を行うとともに、本研究で蓄積した知見を噴煙ダイナミクスモデルと組み合わせることで、マグマ噴出率等のより基本的な噴火パラメータを推定したいと考えている。本発表では、これらの取り組み状況や今後の展望について報告する。

キーワード：逆問題、特異値、特異値分解、噴煙柱、降下火砕物、火山噴火
Keywords: inverse problem, singurar value, singurar value decomposition, eruption column, tephra fallout deposit, volcanic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発
Development of the plume source model for inversion of tephra fallout

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1]
*Akira Nishijo[1], Takehiro Koyaguchi[1], Yujiro Suzuki[1]

1. 東京大学地震研究所
1. The University of Tokyo Earthquake Research Institute

爆発的火山噴火においては噴煙からマグマの破片（火砕物）が降下し、降下火砕堆積物を形成する。降下火砕堆積物の総質量は、イベント全体のマグマ噴出量（噴火の規模）に直結する。降下火砕物の粒径と最大飛距離の関係は火山噴煙の高度と密接に関連し、さらに噴煙高度は単位時間あたりのマグマ噴出率（噴火の激しさ）によって決まる。このように、降下火砕堆積物は噴火イベントの特徴を強く反映している。一方、火砕物が大気中を飛散し堆積するまでの物理過程は、移流拡散モデルで記述される。降下火砕物インバージョンとは、このモデルに基づき、堆積物の観測データを最も良く説明する噴火条件を逆計算で推定する手法である（Conner & Conner 2006）。移流拡散モデルのインバージョンで直接的に求まるのは、火口直上の噴煙における火砕物供給量の空間分布である。ここでは、この空間分布について、各粒径の噴煙からの単位時間・単位長さあたり火砕物供給質量を噴煙軸に沿った座標の関数として表し、それを「供給率関数」と呼ぶ。供給率関数は噴煙から離脱する粒子の量を表すため、その特性は噴煙のダイナミクスに依存する。しかしながら先行研究では、供給率関数はダイナミクスを考慮せず数学的関数で近似されてきた（White et al 2017）。本研究の目標は、供給率関数の性質を物理モデルから理解し、インバージョン解析への適用に向けた考察を行うことである。

供給率関数は、粒子沈降モデルと噴煙運動モデルを組み合わせた「火砕物供給源モデル」の出力として得られる。粒子沈降モデルは、噴煙からの火砕物放出プロセスを記述する物理モデルである。噴煙運動モデルは、密度中立高度（NBL）より下では1次元噴煙モデル、NBLに達した後は重力流モデルで記述できる。本研究で使用した1次元噴煙モデルは、風で噴煙が湾曲する効果と粒子放出の物理的フィードバックを考慮したものである（Bursik2001）。また粒子沈降モデルでは、一様に攪拌された噴煙と大気との境界面から火砕物粒子が終端速度で沈降・離脱する過程を考え、さらに風による噴煙の湾曲の影響を考慮した。

火砕物供給源モデルに基づく計算により、粒径ごとの供給率関数が得られた。本モデルの出力としての供給率関数は、「噴煙柱供給率関数」と「重力流供給率関数」の2つの領域から構成される。噴煙柱供給率関数は、1次元噴煙モデルのNBL以下の各高度において噴煙の縁から落下する粒子の質量フラックスを表し、いずれの粒径についても高度に対して下に凸の単調減少関数となる。重力流供給率関数は、1次元噴煙モデルにおいてNBLで噴煙内に残存する粒子の質量フラックスであり、重力流モデルの供給源における質量フラックスを表す。噴煙柱・重力流供給率関数の特徴は、粒径に大きく依存する。直径数cm以上の粗粒粒子の大部分は、噴煙柱下部で大気中へ放出される。その結果、粗粒粒子の噴煙柱供給率関数は急激な減少関数となり、重力流供給率関数はゼロに近い値を取る。直径0.1 mm以下の細粒粒子の大部分は，噴煙内に残った状態でNBLへ到達する。それゆえ、細粒粒子の噴煙柱供給率関数は全域にわたって非常に小さい値を持ち、重力流供給率関数は火口における粒子供給率と近似的に一致する。中間サイズの粒子（直径1~10 mm）の噴煙柱供給率関数は、細粒粒子のものよりも大きな値を持ち、かつ粗粒粒子のものに比べて緩やかな減少関数となる。その結果、噴煙柱上部においては、中間サイズ粒子の大気への放出量は粗粒・細粒粒子の放出量よりも多くなる。また、中間サイズ粒子の重力流供給率関数の値は粒径に関して鋭敏に変化する。本発表では、これらの火砕物供給源モデルに基づく供給率関数と既存のインバージョン研究で用いられている近似関数を比較・議論する。

キーワード：爆発的火山噴火、降下火砕物インバージョン、1次元噴煙モデル、粒子沈降、移流拡散モデル
Keywords: explosive volcanic eruption, inversion of tephra fallout, 1-D eruption model, particle sedimentation, advection-diffusion model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布
Segregation height and size distribution of volcanic ash of Sakurajima eruptions inferred by observed settling velocity

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2]
*Kosei Takishita[1], Masato Iguchi[2], Tadaomi Sonoda[2]

1. 京都大学大学院 理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto Univ., 2. DPRI, Kyoto Univ.

1. はじめに

降灰予測モデルにおいて，精度に最も影響を与える入力値は質量噴出率や風だが，さらに精度を上げるには噴煙からの粒子分離も重要である。そのためMannen [2014]は伊豆大島の1986年B噴火（噴煙高度10kmの準プリニー式噴火）の降灰量と移流拡散モデルTephra2を用いて，火山灰粒子の噴煙からの分離高度を推定した。本研究はこの事例研究と似た手法を用いて，桜島の多数のブルカノ式噴火により放出された火山灰の落下速度の実測値に基づいて，粒子の分離高度と粒径分布の特徴を調べた。

2. 観測手法およびデータ

レーザー式雨量計Parsivel[2]（OTT社）を桜島の島内13地点に設置して観測した。本機器は一粒ごとに粒子の直径（0.2-24.5mm）と落下速度(0.2-20.8m/s)を各32区間に分類し，毎分の粒数を記録する。火山灰観測にも有用である[小園・他, 2015]。2018年5月から12月までの8ヶ月間のデータを解析した結果，期間中に発生した346回の噴火のうち156回の噴火によるのべ261地点の降灰が検知された。粒径は0.25mm - 20mmの範囲で検知され，最も体積比での検知量が多かった粒度区間は0.625mm - 0.75mmだった。また落下速度は0m/s -12.8m/sの範囲で検知され，いずれの粒径でも球形粒子の終端速度[Wilson and Huang, 1973]を下回った。

3. 解析手法

噴煙を離れた火山灰は移流，拡散，落下の複合過程を経て地上に到達する。地上の観測点から遡って流跡線を推定し，噴煙に最も近づいた高度を噴煙分離高度とした。風の場の水平成分は鹿児島地方気象台による観測値を高度・時間方向に内挿することにより得られ，鉛直成分は無視された。また拡散は水平方向の二次元ガウス分布[Suzuki, 1983]で表せること，落下速度は地表で観測される値で一定であること，噴煙は火口から高度方向に伸びる線状源であることを仮定した。

4. 粒子分離高度と粒径分布

噴火開始から10分以内に分離したと推定された粒子から，17回の噴火での高度ごとの火山灰の分離重量と粒径分布が推定された。これらの噴火は噴煙高度が400m - 4700m（3回は不明）で，噴煙全体のうち150m - 990mの高度区間が推定された。このうち最も広い高度区間で推定された，2018年6月9日15:09の噴火は，噴煙高度1400m（海抜2400m）の噴煙を伴い，引ノ平観測点（火口から1.6km，14,642粒検知）とハルタ山観測点（2.7km，229粒検知）で降灰が検知された。噴煙のうち海抜1260mから2250mまでの990mの区間が推定された。この区間から分離した火山灰の重量は4.4×10^3tだった。ここで火山灰の分離密度[t/m]の対数をαと定義する。この噴火においては，αはどの高度でも-1から0の間で推移し，高度との相関はなかった。また粒度分布については，0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度が強い逆相関（R=-0.94）を示し，高い場所ほど小さな粒径の割合が下がることが示唆された。

2018年7月16日15:38の噴火は高度4600mの噴煙を放出し，引ノ平観測点（7,767粒検知），ハルタ山観測点（176粒検知），赤水観測点（火口から4.6km，2,501粒検知）で降灰が検知された。3地点のデータから，噴煙のうち海抜1290mから1710m，2070mから2570mまでのあわせて920mの区間が推定された。この範囲から分離した火山灰の重量は3.6×10^3tで，αは-2から0の間で推移し，高度との相関はなかった。0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度も強い相関は見られなかった（R=-0.39）。

ほとんどの噴火では高度と粒径分布に相関が見られなかったが，中には6月9日の噴火と同様の逆相関

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（R<-0.9）が見られたもの（4回），強い正相関（R>0.9）が見られたもの（1回）があった。Mannen [2014]も似たような逆相関を示した。

5．手法の検証

同じ期間に鹿児島県内のより広い範囲で継続的に観測された総降灰量から得られたαの平均は0.46である。本研究におけるαの平均は-0.18で，この値よりも小さい。これは本研究が噴火開始から10分間のデータのみを扱っているためである。

分離高度の一部は火口の標高（海抜1000m）以下と推定された。この原因は下降風を無視したことだと考えられるため，今後考慮する。

キーワード：噴煙からの分離、桜島火山、降下火山灰、パーシベル
Keywords: segregation from a volcanic plume, Sakurajima volcano, tephra fall, Parsivel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み
Distant tracking of maximum pumice diameter in pumice-fall of the Tenmei eruption of Asama volcano: An attempt to draw isopleth lines of mm scale-maximum pumice diameter in the Kanto Plain

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1]
*Shingo Takeuchi[1], Shimpei Uesawa[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, Civil Engineering Research Laboratory, Geosphere Sciences

降灰は火山の遠方にまで到達し、たとえ少量でも人間社会に様々な影響を及ぼす可能性がある。例えば、厚さ1 mmの降灰堆積物によって、建物屋根などには約1 kg/m^{2}の荷重がかかる。その影響は降灰の粒径にも依存し、より細粒な降灰粒子ほど吸気されやすく、空冷機器や人体への影響が大きくなる。火山から遠方の地域において表土上に堆積するcmスケール以下の層厚の薄い降灰堆積物は、堆積後の土壌化過程での物質移動（例えば生物擾乱）により地層としては残りにくいが、降灰粒子は土壌中に保存されている可能性がある。そのような遠方での降灰粒子特性を明らかにすることは、実績に基づく降灰影響の評価だけでなく、遠方に及ぶ噴煙・火山灰拡散に関わるモデルを検証するための”地質学的観測データ”としても重要である。そこで本研究では火山から遠方の地域での降灰堆積物について、土壌中の粒子の分析により降下軽石を認定し、遠方での降灰粒子特性を得ることを試みた。比較的最近の関東地方での降灰の一例として、1783年の浅間山天明噴火の降下軽石を対象に、降灰域全体（群馬県・栃木県・茨城県・埼玉県・千葉県・東京都）に渡る調査を行い、mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を描く試みについて報告する。

竹内・上澤（2018, JpGU）では、浅間山から南東に伸びる天明噴火降灰の降下主軸にほぼ沿う地域で調査を行い、浅間山からの距離と軽石最大粒径の関係を明らかにし、Minakami (1942)の最大粒径データと調和的に遠方でのデータがつながることを示した。また、埼玉県吉見町、千葉県我孫子市、成田市で採集された軽石粒子の石基ガラス組成を測定し、浅間山近傍で得られる天明噴火軽石の石基ガラスとの一致を確認した。本論では、同様の調査を降下主軸から離れた関東平野全体に展開した。

調査地点選定にあたっては、空撮画像・古地図を利用し、天明噴火以降の表土の削剥や耕作による客土の可能性を可能な限り排除した。地表下15 cm程度の森林の林床土壌を採集し、水洗と過酸化水素水により処理した後に篩い分けを行い、土壌粒子の観察を行った。顕微鏡あるいはフラットベットスキャナーで粒子を撮影し、画像解析により新鮮な黄白色軽石粒子を抽出し、それらの形状を楕円近似した場合の最大長軸を計測し、粒径とした。上位5位までの軽石粒径の平均をとることにより、その地点での最大軽石粒径とした。

現時点での暫定結果として、降下軽石について最小1 mmまでの等最大粒径線を関東平野内で描ける見通しを得た。1 mmの等最大粒径線は埼玉県秩父市から、日高市、川越市を通り、千葉県流山市、印西市をつなぐ曲線として描くことができる。その先は茨城県内に入ると予想されるが現時点では未確定である。茨城県下妻市や坂東市で1.4 mmのデータを得ており、それよりも東方の地域での調査を今後進める予定である。

なお、本研究では浅間山天仁噴火（1108年）の降下軽石の特徴の把握も行った。群馬県南部および栃木県南部では、天明噴火の降灰域が浅間山から東方に主軸を持つ天仁噴火の降灰域と重なり、土壌からは天仁噴火起源と考えられる軽石粒子も出現する。従って、軽石粒子の判別が必要となる。天明噴火の降下主軸に沿う群馬県南西部での降下軽石層の観察では、天仁噴火に比べ天明噴火の軽石の最大粒径が大きい。従って天明噴火

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の降下主軸から南側の範囲では、天仁噴火軽石の混入の影響は埼玉県北部でも軽微と考えることができる。一方、群馬県南部から栃木県南部に渡る地域では、天仁と天明噴火の軽石最大粒径が同程度、あるいは天仁噴火の方が大きい場合がある。降下軽石層の観察では天明噴火軽石は黄白色、天仁噴火は褐色軽石に富む特徴がある。色調の違いは石基ガラス組成、石基結晶化組織、発泡組織の違いに起因すると考えられるため、今後は、これらの特徴の違いを基にして、浅間山天仁噴火と天明噴火軽石の判別の精度を高める予定である。

キーワード：降下火山灰、降下軽石最大粒径、浅間山天明噴火
Keywords: volcanic ash-fall, maximum pumice size, Tenmei eruption of Asama volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

Degassing activity of Aso volcano, Japan, before the 8 October 2016 eruption measured by satellite and ground-based remote sensing techniques

*森田 雅明[1]
*Masaaki Morita[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

火山ガスの放出率は，二酸化硫黄（SO_2）放出率として地上での分光学的遠隔観測により測定されてきた。近年，技術的な進展により，衛星搭載センサーを用いて非噴火時のSO_2放出量を測定することが可能となってきた。本研究では，これらの測定手法を火山噴煙のカメラ画像と組み合わせることで，阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動を評価することを試みた。2016年4月～10月の期間で，Ozone Mapping and Profiler Suite（OMPS）により測定された大気中SO_2量を，気象庁により地上で測定されたSO_2放出率およびカメラ画像から推定した噴煙高度と比較した。その結果，これら3成分は観測期間全体で類似した変動を示した。2016年8月には大気中SO_2量および噴煙高度は，それぞれ1000トンおよび火口縁上900メートル程度に増大した。両者の値は，その後徐々に低下したが，10月に入って急激な上昇を示し，最高値に達した（それぞれ1200トン以上および火口縁上1010メートル）。これらの類似した変動は，脱ガスの状況が観測期間中には安定していたにもかかわらず，火道浅部における火山ガスの蓄積が，このマグマ水蒸気噴火のトリガーとなったことを示唆する。本研究の結果は，低い高度にある火山噴煙に対しても，衛星による火山ガス放出率のモニタリングが有用であることを意味する。

キーワード：火山ガス、阿蘇、リモートセンシング、二酸化硫黄放出率、OMPS
Keywords: Volcanic gas, Aso volcano, Remote sensing, Sulfur dioxide flux, OMPS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1], Masayuki Maki[1], Masato Iguchi[2], Dong-In Lee[3]

1. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan, 2. Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan, 3. Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea

We analyzed statistically the polarimetric radar data of 9 Sakurajima volcanic eruption clouds in 2013. All eruption clouds have a height exceeding 3000m. According to the results, Z_H has positively skewed distributions (Skewness of 1.6; mean Z_H of 9.77 dBZ and median of 7.4 dBZ), Z_{DR} has normal distributions (Skewness of 0.02; mean Z_{DR} of 1.58 dB and median of 1.6 dB), K_{DP} has positively skewed distributions (Skewness of 7.12; mean K_{DP} of 0.03 deg/km and median of 0.0 deg/km), and ρ_{hv} has negatively skewed distributions (Skewness of -1.02; mean ρ_{hv} of 0.77 and median of 0.8). Depending on time after the eruption, the average Z_H decreased from 22.3 dBZ to 6.75 dBZ while the average Z_{DR} and ρ_{hv} tended to increase from 1.24 dB to 1.67 dB, and from 0.47 to 0.83, respectively.

Keywords: polarimetric radar parameters, volcanic ash, statistical analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発
Development of easy tools for volcanic eruption plume/cloud analysis using weather radars

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2]
*Eiichi Sato[1], Ryutaro Senba[2]

1. 気象研究所、2. 福岡管区気象台
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka Regional Headquarter, Japan Meteorological Agency

気象研究所と鹿児島地方気象台は、気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究に取り組んでいる。火山学の中では噴煙のレーダー解析は少数のため、特にレーダー気象学の初学者向けに汎用的解析ツールの開発を行っている。気象庁における火山の噴煙観測は、主に遠望カメラの画像に映る噴煙を解析することで行われているため、気象条件によっては噴煙の観測は不可能になるという状態にある。レーダーデータによる噴煙の解析が容易になれば、雲などにより火口付近の視界が悪い場合でも即時的な噴煙の観測を行うことが可能になり、噴火に関する情報をより正確に得られることが期待される。本発表では、ツール開発の概要と事例解析結果について述べる。

ツールの開発については、気象研究所で開発されたレーダー解析ソフト“Draft”を用いる。Draftはレーダーデータのフォーマット変換やレーダーの解析、描画までを行うコマンド群からなっている。これらのコマンド群を適切に利用すればレーダーデータから噴煙エコーを解析することは可能であるが、レーダー気象学、またDraftそのものにあまり触れたことがない場合には解析は容易ではない。そのため、これらのコマンドや他のプログラム等を組み合わせ、レーダーデータの入手から解析結果の描画までをほぼ自動的に行うことで容易に噴煙の状態を把握できるようなツールの開発を目標としている。

事例解析としては、2017年11月13日に桜島の南岳山頂火口で起きた噴火を対象に行った解析例を紹介する。この噴火に伴う噴煙は、山頂付近を覆う雲のため目視及び遠望カメラでは観測ができなかった。しかし、桜島にある有村観測坑道伸縮計(大隅河川国道事務所)の火口方向と直交する方向の成分で観測された山体の収縮を示す変化量を見ると、2018年6月16日に南岳山頂火口で発生した噴煙が海面高度約5700mまで上がった噴火に伴う変化量と同程度であり、熱的な条件が整えば同程度の高度まで噴煙が上がったとしても不思議ではない。この事例を気象庁の現業レーダーである種子島レーダー及び福岡レーダー（Cバンド単偏波ドップラー気象レーダー）のデータを用いて解析した結果、反射強度の分布から噴煙は海面高度4.5～6km程度まで上昇し、10分程度その高度を維持していたことが確認できた。2017年の桜島において噴煙高度が海面上5km程度まで上がった噴火は、昭和火口で起きた5月2日の噴火のみであり、同年では最大規模の噴火であった可能性がある。また、種子島レーダーでは反射強度に二つの空間的なピークが見られる時間帯があった。一方は水滴の付着や凝集によって、反射強度が高まった可能性がある。この事例については、国土交通省のXRAIN等他のレーダーデータを用いた解析も行う予定である。

結果として、雲により噴煙が見えない状況下での、気象レーダーによる噴煙解析ツールの有効性が示された。このツールによって、全天候下での即時的な噴煙解析が可能となることが期待される。しかし課題となる点もある。今回用いた気象庁レーダーの時間分解能が5分程度であり、噴煙量が少なく継続時間が数分程度の規模の噴火では確からしい噴煙高度を求めることができない可能性がある。以後は引き続きツールの開発を実施すると共に、事例解析を進めつつ解析手法の高度化を目指したい。

キーワード：火山噴煙、気象レーダー、桜島火山
Keywords: volcanic eruption plume/cloud, weather radar, Sakurajima volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

本セッションは、陸と海の両方から復元される古環境情報とモデル研究の統合を目指し、数年からテクトニクスが関わる時間スケールまでの古環境変動やイベントに関わる研究を取り扱う。陸域・海域、時代、手法を問わず幅広い内容の発表を歓迎し、中・長期の気候・環境変動に関連する幅広い研究分野との一層の連携促進を目指している。 通常の講演に加えて、現在・未来の気候と地球環境変動をPaleo視点から俯瞰する特別企画を設け、今後の古気候・古海洋研究の方向性を考えていきたい。研究分野の垣根を超え、連合大会ならではの活発な交流の場となることを期待する。

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

Orbital-scale changes in redox condition and biogenic silica/detrital fluxes of the Jurassic Radiolarite: Possible link with glaciation?

*池田 昌之[1]
*Masayuki Ikeda[1]

1. 静岡大学
1. Shizuoka University

Orbital forcing has been shown to be a fundamental driver of climate change through both icehouse and greenhouse periods. To reveal the impact of orbital-forcing on the oceanic environment through a greenhouse-icehouse transition, we established ~ 4 Myr-long cyclostratigraphy of the Bajocian-Callovian (Middle Jurassic; ~ 160 Ma) Basal Radiolarites at the Torre De Busi and Corre Di Sogno sections in the Lombardian Basin, N-Italy. Stratigraphic changes in chertabundance (chert/shale thickness ratio) and color (darkness) of Radiolarites show hierarchal periodicities of 8 cm, 16 cm, 40 cm, 160 cm, and ~ 4 m, corresponding to ~ 20 kyr, 40 kyr, 100 kyr, 400 kyr, and ~ 1 Myr cycles based on the biostratigraphic age model. Black cherts in intervals with high chert abundance might reflect oxygen-depleted conditions due to orbital-scale high productivity. On the other hand, black cherts in intervals with low chert abundance (high detrital input) might reflect oxygen-depleted conditions, probably due to orbital-scale sea-level drop and stratification. On 40 kyr and 100 kyr cycles, the anoxic condition occurred in low chert abundance intervals across ~ 8 m above (~ 2 Myr after) the base of the Radiolarites. These results imply that the formation of the restricted basin resulted from tectonic and/or eustatic sea-level drop, which is consistent with increased black chert deposition and redox-sensitive elements abundances (Mo/TOC, Mo/U). Their out-of-phase relationships on the 405 kyr cycle throughout the sequence (~ 4 Myr-long) with increasing amplitude above −8 M level would be caused possibly by tectonic activity, or more likely by glacio-eustatic sea-level changes reported from sequence stratigraphy, similar to those of the Oligocene to Pliocene glacial cycles, but probably with less amplitude.

キーワード：氷室地球、温室地球、軌道周期
Keywords: icehouse, greenhouse, orbital cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析
Evaluation of hinterland weathering and paleoclimate of the Cretaceous strata in the Sichuan basin, central China

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2]
*Tenichi Cho[1], Hideaki Mantani[1], Tohru Ohta[1], Gang Li[2]

1. 早稲田大学、2. 南京地質古生物研究所
1. Waseda University, 2. Nanjing Institute of Geology and Paleontology

Reconstruction of paleoclimate during the Cretaceous Period is important for the understanding of the Earth system operating during the greenhouse conditions. However, information of paleoclimate from continental inland-basins is scarce compared to continental margin marine-basins. This situation is also true in the Asian continent; Cretaceous ecosystem and paleoclimate data are accumulating in the Pacific side, while those of the Asian continental side is lacking. Paleoclimate conditions in Asian inland basins are considered to be equally important in order to elucidate the land-ocean climate system operated during the Cretaceous. In this regard, the present study investigates the geochemistry and clay mineralogy of the Cretaceous mudstones distributed in the Sichuan basin, central China, for the aim of paleoclimate evaluation. The depositional age of studied strata ranges from Berriasian to Maastrichtian. Sediments are mostly fluvial to lacustrine origin, however recently, a broad distribution of aeolian dune sandstones was identified from the Cenomanian to Turonian interval (Li et al., 2016). Before discussing hinterland weathering and paleoclimate, the effect of diagenesis was evaluated, which can alter the geochemical signatures of paleoclimate. The illite crystallinity index indicates that diagenetic effect was moderately high for the analyzed mudstones, and the degree of diagenesis has a high correlation with CaCO3 abundance. Accordingly, CaO wt% abundances are mostly of post-depositional carbonate origin, and thus, CaO derived from carbonates was subtracted from the following discussion of hinterland weathering evaluation. Geochemical weathering indices (e.g., W value) demonstrate a significant increase in hinterland paleoweathering from Berriasian (W=70) to Cenomanian-Turonian (W=95), and then slightly decrease towards the Maastrichtian (W=80). This fluctuation pattern of the weathering indices is concordant with the Cretaceous paleotemperature estimates (e.g., O’ Brien et al., 2017). Therefore, the present result suggests that the hinterland paleoweathering rate in the Sichuan basin was governed by the global temperature changes. The weathering index reached the maximum value of 95 in Cenomanian-Turonian stages. Furthermore, sediments of Cenomanian-Turonian horizons contained abundant kaolinite mineral, which is a product of hydrolysis decomposition of rock-forming minerals. Both lines of evidence suggest that the Sichuan basin was under the tropical and pluvious climate during the Cenomanian-Turonian. However, as mentioned before, the previous study identified aeolian sand dunes from the Cenomanian-Turonian strata. Note that Li et al. (2016) elucidated an arid climate from amalgamated sandstone facies, while the present pluvious climate interpretation is derived from the analysis of intervening piled mudstone facies. When these geological evidences are integrated together, it is reasonable to suggest the development of an alternating pluvious and arid paleoclimate during the Cenomanian-Turonian. The nature and trigger of this extremely oscillating pluvious/arid climate cannot be deduced solely from the present study. However, the timing of this renewed climate system matches with the Cretaceous greenhouse optimum (Cenomanian-Turonian). The development of monsoon-like pluvious/arid paleoclimate in the Sichuan basin is possibly related to the mid-Cretaceous re-configuration in the global climate system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：白亜紀、大陸風化、河川堆積物、砂漠堆積物、XRF、W値
Keywords: Cretaceous, Continental weathering, Alluval deposits, Desert deposits, XRF, W index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

Productivity-induced lacustrine bedded chert formation in the Eocene Green River Formation

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5]
*Ryusei Kuma[1], Hitoshi Hasegawa[2], Koshi Yamamoto[1], Hidekazu Yoshida[1], Masayuki Ikeda[3], Nagayoshi Katsuta[4], J. Whiteside[5]

1. 名古屋大学、2. 高知大学、3. 静岡大学、4. 岐阜大学、5. Southampton大学
1. Nagoya University, 2. Kochi University, 3. Shizuoka University, 4. Gifu University, 5. Southampton University

海成堆積物起源の層状チャートは，放散虫などの珪質殻を主体とし，その層厚変動は地球軌道要素変動に伴う海洋表層生産量変動（Hori et al., 1993）や陸域ケイ酸塩風化（Ikeda et al., 2017）を反映すると考えられている．一方，珪質な殻が保存されていないにも関わらず，湖成堆積物中にも層状チャートがしばしば報告されている（Eugster, 1967; Hesse, 1989）．湖成チャートの場合，シリカの沈殿にはpH9辺りで変動する湖水のアルカリ度が重要であると考えられており，その成因についてはいくつかのメカニズムが提唱されている．例えば，高アルカリ環境の湖水中で多量に溶存したシリカ成分が，季節的な雨水や河川水の流入によって湖水のpHが低下し，シリカ溶解度が減少することによって沈殿するという説がある（Eugster, 1967）．他にも，湖表層での藻類生産もしくは湖底での有機物分解に伴い，湖水のpHが変動することでシリカの溶解ー沈殿が起こるという考えも提案されている（Behr and Rohricht, 2000）．しかしながら，湖成チャートに藻類化石が濃集した証拠はまだ示されていない．

本研究では，米国中西部に広く分布する始新世前期ー中期の湖成層であるグリーンリバー層中に特徴的に見られる層状チャートに着目し，その形成環境や形成メカニズムを検討した．ユタ州北東部のIndian Canyonセクションの野外調査の結果，層状チャートはグリーンリバー層上部の蒸発岩を狭在する低湖水位期のドロマイト卓越層準で見られ，ドロマイト層と明瞭に互層して5-10 cm間隔で周期的に介在していた．採取したチャート層とドロマイト層の境界部に対して，走査型X線分析顕微鏡（SXAM）を用いた主要元素のマッピング分析や，蛍光顕微鏡を用いた有機物組成の観察を行った．その結果，ドロマイト層中にCaが，チャート層にSiが濃集しており，1-2 cm間隔で互層する両岩相の境界で明瞭な元素濃集が見られた．また，Si濃集部には良く蛍光を発する有機物の球状殻が密集しており，その大きさも直径約30-40 μmと良く揃っていた．始新世前期の湖には，珪藻がまだ広く分布しておらず，球状殻はグリーンリバー層から多産する*Bottryococcus braunii*のような緑藻類の可能性が高い．湖成チャートのSi濃集部に，藻類起源有機物が特徴的に密集していることは，チャートの成因に藻類起源有機物が関与していることを示唆する．

グリーンリバー層の堆積当時は周辺の活発な火山活動に伴い，湖水のアルカリ度は高かったと考えられている．高アルカリな湖水に溶存していたシリカが沈殿するメカニズムを考えると，藻類起源有機物の堆積後の分解により，有機物密集部で有機酸やCO_2が生じて間隙水中のpHの低下を引き起こし，その結果としてシリカ沈殿が起こったと考えられる．すなわち，湖成チャートの成因として，湖生物生産量変動が関わっていると考えられる．上述したようにグリーンリバー層に見られる層状チャートは1-2cm及び5-10 cm間隔で周期的に介在している．狭在する凝灰岩の放射年代（Smith et al., 2008）などから同層の堆積速度は10-15 cm/kyrと推定されており，層状チャートの堆積は約67-200年周期と約333-1000年周期であると見積もられる．したがって，グリーンリバー層の湖成チャートは，百年スケールの湖藻類生産量の変動を反映している可能性がある．

キーワード：湖成層、始新世、生物生産、チャート、シリカ、pH
Keywords: lake sediments, Eocene, productivity, chert, silica, pH

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

Extraction of the sedimentary cycles and application of cyclostratigraphy to the Middle Miocene Onnagawa Formation in Yashima District, Akita Prefecture, Japan

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介
*Jumpei Yoshioka[1], Ryuji Tada[1,3], Kenji Marc Raymond Matsuzaki[2], Toshihiro Tada[1], Aki Sakuma[1], Yusuke Umemiya[1], Shunsuke Kurokawa

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3. 雲南大学
1. Department of Earth and Planetary Science, the University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 3. Yunnan University

新生代は寒冷化の時代であり、3つのステップで寒冷化が進行したことが底生有孔虫酸素同位体比記録から知られている。そのうち、中期中新世の寒冷化に際しては、北太平洋沿岸において珪藻が大量に堆積して形成された、有機物に富んだ珪質な堆積物が広く分布している。女川層もその１つで、珪質で硬いポーセラナイトと砕屑物を多く含み比較的軟らかい泥岩がm-スケールの有律互層を形成している。また、一部の珪質度の高い層準では、cm-スケールの黒色バンドの存在も報告されている。しかし、これらの形成年代や要因については詳しくはわかっていない。

本研究では、秋田県矢島地域に見られる女川層に対して、細かい年代目盛りを入れるために、m-スケールの堆積サイクルを作り出す原因が生物源シリカの含有量変動である事を示し、その変動周期を用いて、サイクル層序の適用を試みた。

まず、野外調査によって層厚約130mの詳細で連続な統合柱状図を得た。また、岩相の違いにより下位からUnit A (石灰質泥岩と泥岩の有律互層)、Unit B (泥岩中に周期的に珪質岩が挟まれる)、Unit C (珪質泥岩中により硬い珪質泥岩が挟まれる)、Unit D (cm-スケールの黒色バンドをもつ泥質ポーセラナイト)、Unit E (珪質泥岩及び硬質珪質泥岩)の5つの岩相ユニットに区分した。このうち、珪質岩が明確な周期性を示すUnit B, Unit C, Unit Dについて、その珪質度（silica rank）の変動として堆積サイクルを検出した。Silica rankとは、野外において珪質岩をその硬さにより5段階で表したものであり、XRD分析によってその硬さが生物源シリカの含有量に依存することを確かめた。このsilica rankの変動について、Unit BとUnit Cの区間とUnit Dの区間とでは明らかに異なる周期的特徴を示しており、これらは岩相の変化に伴う堆積速度や地球軌道要素への応答の変化を記録していると考えられる。そこで微化石による年代制約を与えた上で、silica rankの変動周期を底生有孔虫の酸素同位体比δ^{18}O変動曲線と対比し、年代モデルの高精度化、高解像度化を図った。JpGUでは、その詳細について報告する。

キーワード：女川層、中新世、silica rank、サイクル層序
Keywords: the Onnagawa Fm., Miocene, silica rank, cyclostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序
Pliocene magneto–oxygen isotope stratigraphy from the Anno Formation, Awa Group, central Japan

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1]
*Yuki Haneda[1], Makoto Okada[1]

1. 茨城大学理学部
1. College of Science, Ibaraki University

The Pliocene climate is one of the best analogs for the climate of a globally warmer future. Here, we present a new Pliocene integrated chronostratigraphy from the Anno Formation in the uppermost Awa Group, which is distributed throughout the Boso Peninsula, central Japan, based on paleomagnetic and benthic foraminiferal oxygen isotope records. This new chronostratigraphy provides valuable constraints for paleoceanographic and paleoclimatic studies in the northwestern Pacific Ocean, where the number of paleoceanographic records is limited due to the lack of calcareous microfossils from deep-sea sediment cores, with the exception of some plateaus at water depths above the calcite compensation depth (CCD).

We performed progressive Alternating field and thermal demagnetizations for each specimen in order to remove secondary remanence. Additionally, we conducted thermomagnetic, low-temperature magnetic, magnetic hysteresis, and FORC analyses as rock-magnetic experiments to assess stability of paleomagnetic signal which specimens have acquired. The paleomagnetic and rock-magnetic experiments indicate that primary remanences are carried by magnetite in pseudo-single domain size as detrital remanent magnetization. The progressive AF demagnetization is, however, unsuitable to remove secondary remanence in specimens from polarity transitional horizons due to magnetically hard mineral, such as goethite. Therefore, thermal demagnetization is necessary to obtain primary remanence from the Anno Formation.

Paleomagnetic results by the thermal demagnetization indicate that the Anno Formation corresponds to the period extending from the Nunivak normal polarity subchronozone (4.493–4.631 Ma) to Chron C2An.2n (3.116–3.207 Ma). Although foraminifera are not found in the middle Anno Formation, our oxygen isotope records from the upper and lower Anno Formation demonstrate the recording of glacial–interglacial cycles. However, the amplitude of our $\delta^{18}O$ profile is much larger than that of the LR04 stack, with similar to slightly lower glacial values and much lower interglacial values. This trend is suppressed after 3.4 Ma. These observations imply that the bottom water had lower $\delta^{18}O$ values and/or a warmer water mass during interglacials until 3.4 Ma compared with global average deep-water regions.

キーワード：鮮新世、房総半島、安野層、底生有孔虫、酸素同位体層序、古地磁気層序
Keywords: Pliocene, Boso Peninsula, Anno Formation, Benthic foraminifera, Oxygen isotope stratigraphy, Magnetostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

Planktonic foraminiferal assemblage and paleoceanography of the Plio-Pleistocene sequence at IODP Site U1499 in the northern South China Sea

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1]
*Mizuki Kitamura[1], Akira Furusawa[1], Hiroki Hayashi[1]

1. 島根大学
1. SHIMANE University

The South China Sea (SCS) is a marginal sea located in the tropical zone of the western Pacific with an average depth of ca. 1,140 m. The East Asian monsoon affects the climate system in this area by the prevailing seasonal winds. Such influence of the East Asian monsoon is expected to be stronger during the glacial period and weaker during the interglacial period.
During Internatinal Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 367, drilling of Site U1499 was conducted near the outer shelf of the northern SCS in 2017. As an onboard result of this site, sediments from Oligocene to Present were recovered and the upper sequence especially contains abundant foraminiferal fossils. The purpose of the present study is to clarify temporal changes of planktonic foraminiferal assemblage in the northern SCS from approximately 4 to 1 Ma.
As a result, 80 species belonging to 19 genera of planktonic foraminifera were detected. According to multivariate analyses of the foraminiferal assemblage, we determined the temporal change into four stages: Stage A (ca. 4.1 to 3.4 Ma), Stage B (ca. 3.4 to 1.8 Ma), Stage C (ca. 1.8 to 1.45 Ma) and Stage D (ca. 1.4 to 1 Ma). During Stage A, SCS had been stratified by oligotrophic tropical surface water and relatively cold subsurface water with a shallow thermocline. At the next Stage B, the thermocline was deepened and SCS was occupied by a subtropical oligotorophic water. In turn, the thermocline shoaled and subsurface species of planktonic foraminifera were increased during the Stage C. After that, the Stage D is characterized by alternative changes between subtropical surface components and cold-temperate components caused by the glacial-interglacial changes.

キーワード：南シナ海、浮遊性有孔虫、鮮新世、更新世、国際深海科学掘削計画
Keywords: South China Sea, Planktonic foraminifera, Pliocene, Pleistocene, International Ocean Discovery Program

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

Reconstruction of the surface water mass fluctuation during the late Pliocene to early Pleistocene based on planktonic foraminiferal fossils from the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Scinece and Engineering, Ibaraki University

本研究では2.3Ma以降の層準について群集解析を行い，NHGの影響は本当に一時的なものであったのか，また氷期-間氷期サイクルによって表層水塊はどのように変化していたのか明らかにすることを目的とする．浮遊性有孔虫化石の群集解析は2.2-3.0 Ma間の57層準で13属61種を同定した．環境指標となる種の産出頻度の変化から6つのPhaseに分けた．その中でも特徴的なPhaseとしては3つ挙げられる．

Phase Ⅱ（2.75Ma~2.65Ma）：混合水域種が最大50%まで増加するため混合水の影響が強い寒冷な環境であった．

Phase Ⅴ（2.42 Ma～2.35Ma）：黒潮種が本研究で対象とした期間で最も高い40%程度まで増加し温暖であった．

PhaseⅥ（2.35Ma~）：混合水域種が振幅を繰り返しながら50%程度まで増加していく．このため徐々に寒冷化が強まると考えられる．

この様に2.7Ma以降，一方的に寒冷化が進むのではなく黒潮が強まる時期を挟んで2.35Maから再び寒冷化が起こる．また氷期ー間氷期に対応した群集の変化も見られた．

キーワード：浮遊性有孔虫群集、千倉層群、北半球氷河化作用
Keywords: Planktonic foraminiferal assemblages, Chikura Group, Northern Hemisphere Glaciation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3]
*Waka Fujii[1], Masayuki Hyodo[1], Shigehiro Katoh[2], Yosuke Miyairi[3], Haruka Yamaguchi[1], Yusuke Yokoyama[3]

1. 神戸大学、2. 兵庫県立人と自然の博物館、3. 東京大学
1. Kobe University, 2. Hyogo Museum of Nature and Human Activities, 3. University of Tokyo

Elucidation of the mechanism of global warming in the geological time is important, which may lead to understanding of the present global warming. In this study, we conducted paleoenvironmental analyses of sediments to reveal the rapid climate changes across the warmest interval in the Marine Isotope Stage (MIS) 19 interglacial, which is known as an orbital analogue of the Holocene. In particular, we aim at elucidating the mechanism of the repeated bioproductivity proxy (Ca/Ti ratio) changes dominated by bicentennial cycles for a span from about 777 to 775 ka, which was observed in core TB2 from the Chiba Section. Focused on the time span, we conducted pollen analyses using the Osaka Bay 1,700 m core with abundant pollen fossils, and measurements of ^{10}Be using core TB2. Both cores are stratigraphically correlated with the centennial to millennial scale resolution. The result of pollen analyses revealed that the proportion of evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), a warm proxy, began at about 777 ka to increase with bicentennial oscillations, followed by a sudden drop within 1 kyr. These changes are quite consistent with those in the bioproductivity in core TB2. Therefore, the bioproductivity changed affected by the climate. The ^{10}Be content, an index of the galactic cosmic ray flux, generally showed similar changes with the bioproductivity except some intervals, one of which showed a large disagreement between the ^{10}Be flux and the bioproductivity, coincided with the iceberg discharge event in the North Atlantic. These results suggest that the centennial-scale bioproductivity changes observed in core TB2 probably reflect climate variations, and may be affected by solar activity. Solar activity can affect climate through galactic cosmic rays that control the low cloud (Svensmark effect), in addition to the direct influence through solar radiation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析
Development of new-paleoceanographic proxies based on oxygen isotope analysis of sponge spicule

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3]
*Hitomi Uchimura Wakaki[1], Akira Ijiri[2], Minoru Ikehara[1], Sangmin Hyun[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. Korea Institute of Ocean Science & Technology
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Korea Institute of Ocean Science & Technology

有孔虫殻の酸素同位体比は海水と炭酸塩間の同位体分別により主に水温に依存し値が変化するという特徴から、古水温の推定や氷期-間氷期サイクルの認定など、古海洋学においては重要な古環境指標として利用されている。しかし、有孔虫殻は炭酸塩保障深度より下位の深度帯では化石として保存されないため、炭酸塩補償深度以深の水塊の酸素同位体比データを得ることが不可能であった。そこで我々はこの問題を克服するために海綿骨針に着目した。海綿動物の中でもケイ酸塩の骨針を持つガラス海綿類の骨針は海洋堆積物中に化石として豊富に産出する。様々な水塊に応じた海綿骨子の酸素同位体比データを集約することで深海の古海洋プロキシとして応用できると期待される。本研究は、天然の海綿骨針の酸素同位体比が温度依存性を有するかどうかを明らかにすることを目的としている。

本研究では産業技術総合研究所が2008年にGH08航海で採取した沖縄海域の表層堆積物サンプルを使用した。GH08では浅海域から深海域 (水深216 mから2679 m)までの炭酸塩補償深度以浅の連続的な水深で多くの表層堆積物が得られているだけでなく、それぞれの採泥地点で海水も採取しているため、海水と底生有孔虫、そして海水と海綿骨針の酸素同位体分別をそれぞれ評価し比較することができると考えられる。試料は海底表層堆積物サンプルの表層0-2cmを分取し、250メッシュの篩上で洗浄した後、40℃の恒温乾燥機で乾燥させた。このサンプルから、底生有孔虫は*Cibicidoides* sp. と *Cibicidoides wuellerstorfi*の2種を拾い出し、IsoPrimeを用いてリン酸分解法で酸素同位体比を分析した。海水の酸素同位体比はLiquid Water Isotope Analyzer (LWIA)によりレーザー分光法で分析を行った。また、海綿骨針は顕微鏡下で拾い出し、骨針表面の有機物や微細構造に入り込んだ炭酸塩粒子を取り除くために過酸化水素と塩酸で酸処理を行い、十分に洗浄した後に乾燥させた。海綿骨針はiHTR (inductive high-temperature carbon reduction: 誘導高温炭素還元) とCF-IRMS (continuous-flow isotope ratio mass spectrometry: 連続フロー型質量分析法)を組み合わせた高周波誘導加熱法 (Ijiri et al., 2014)により酸素同位体比分析を行った。

現在までの分析の結果、沖縄表層堆積物中の底生有孔虫の酸素同位体比は水温と負の相関があり、温度依存性があることがわかった。この結果は先行研究 (Marchitto et al., 2014)とも相違がなく、本研究地の底生有孔虫の酸素同位体比結果がリファレンスとして適当であることが確認できた。海綿骨針は、いくつかのサンプルにおいては底生有孔虫の酸素同位体比とのよい相関関係が見られ、珪藻骨格の酸素同位体比を測定した先行研究 (Brandriss et al., 1998, Moschen et al., 2005) と同調する結果が得られた。しかし、異常に重い値を示すサンプルも存在した。これらの値の妥当性を評価するため、酸処理過程の見直しを含む追加実験によって適切な分析手法を確立する課題が残った。

キーワード：海綿骨針、底生有孔虫、酸素同位体比、温度依存性
Keywords: sponge spicule, benthic foraminifera, stable oxygen isotope, temperature dependence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置
A system for automatic collection of specific microfossil species using a deep learning classification

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4]
*Takuya Itaki[1], Yosuke Taira[2], Naoki Kuwamori[2], Toshinori Maebayashi[3], Satoshi Takeshima[4], Kenji Toya[4]

1. 産業技術総合研究所、2. 日本電気（株）、3. （株）マイクロサポート、4. 三谷商事（株）
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. NEC Corporation, 3. Microsupport Co.Ltd, 4. Mitani-Corporation

微化石の骨格に含まれる微量元素や同位体比を測定する際，分析に必要な量を同一種のみで拾い出すのには大きな労力と時間を要する．特に放散虫のような小型の微化石を種毎に分析することは現実的ではなく，これまでに報告例の無い未知の領域であったと言える．しかし，近年，人工知能の学習手法のひとつであるディープラーニングの進歩に伴い機械による微化石種の同定精度が飛躍的に向上した．また，マイクロマニピュレーターで微小粒子を自動的に拾い出すシステムが実用化された．これらの技術を融合すれば，任意の微化石種を大量に集積することが可能なはずである．そこで本研究では，マイクロマニピュレーターを備えた電動X-Yステージ付き顕微鏡にディープラーニングを実装し，微化石の同定および拾い出しを自動化した．ディープラーニングの分類モデルには大量の教師画像を必要とするが，本システムで自動的に取得される個別粒子の切り出し画像は教師データ構築の効率化にも有効である．また，微化石に限らず鉱物などの様々な微小粒子にも応用することが出来，今後の発展が期待される．

キーワード：微化石、人工知能、自動分類
Keywords: Microfossil, AI, Automatic classification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4]
*Stephen Obrochta[1], Wataru Miwa[1], Kotaro Shirai[2], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Jody Webster[2,3], Albert Hine[4]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学海洋研究所、3. シドニー大学、4. 南フロリダ大学
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. University of Sydney, 4. University of South Florida College of Marine Science

Previous work exploited the unique mixed carbonate-siliciclastic environment of Northeast Australia to identify the timing of changes in off-shelf sediment transport with respect to sea-level variation. Because sediment transport from the continental shelf to slope is strongly controlled by the presence/absence of a rimmed morphology, this provides a means for indirectly estimating the age of the Great Barrier Reef (GBR). Preliminary results indicate that a change in the timing of maximum off-shelf terrigenous sediment accumulation occurred during the glacial termination of MIS 20. This in turn suggests that an effective barrier morphology was emplaced during the MIS 21 interglacial. Instead of being deposited directly to the continental slope by incised rivers, terrigenous material first accumulated behind the barrier during the MIS 20 sea-level lowstand and was then redoposited as rising sea level reflooded the shelf.

Here we present initial results attempting to understand if and how changing environmental conditions promoted enhanced reef growth. The results include a higher-resolution isotope stratigraphy for improved chronological control, additional terrigenous mass accumulation rate measurements, and initial results of Mg/Ca analyses, which allow for calculating sea surface temperature changes and the oxygen isotopic composition of sea water that is expected to better resolve glacial-interglacial cycles. In the future we expect to add additional information from micro and/or nanofossil faunal assemblage data.

キーワード：珪質の砕屑性堆積物–炭酸塩堆積物の混合システム、グレートバリアリーフ
Keywords: Mixed Carbonate-Siliciclastic Sedimentary Systems, Great Barrier Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2]
Sarah McDonlad[3], Jonathan Tyler[3], *Stephen Obrochta[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Kosuke Ota[2]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. アーデレード大学地球科学部
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. Department of Earth Sciences, The University of Adelaide

The East Asian Summer Monsoon controls the timing and amount of rainfall for around a third of the world’s population. An understanding of past changes in monsoon strength is thus crucial for placing current events in context and for characterising future climate risk. Whilst many monsoon records have been developed for continental Asia, fewer records exist from the north-eastern edge of the monsoon region. We present a new monsoon record for central Japan based on an 8,000-year lacustrine sedimentary sequence from Lake Motosu, located at the northern foot of Mt Fuji. Lake Motosu is a hydrologically closed lake and is therefore expected to be sensitive to changes in monsoon strength. Additional macrofossil radiocarbon dates are used to refine an existing high-fidelity age model. This age model is then applied to constrain the timing of changes in bulk sediment geochemistry (TC, TN, C/N, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$) and the oxygen isotopic composition of sedimentary cellulose ($\delta^{18}O$). Changes in sediment chemistry reflect shifts in the sources of organic matter to the sediments, variations in lake hydrology and changes to the local catchment. In turn, these changes are linked to regional variations in monsoon strength. However, their interpretation is complicated by the impact of local seismic and volcanic activity.

キーワード：モンスーン、本栖湖、地球化学
Keywords: monsoon, Lake Mostosu, geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

Environmental changes in northern Mongolia in During the Late Pleistocene: chemical analyses of lacustrine sedimentary sequences in Darhad basin

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4]
Yumiko Ohno[1], Sayuri Naito[1], *Nagayoshi Katsuta[1], Takuma Murakami[3], Shinya Ochiai[2], Noriko Hasebe[2], Shin-ichi kawaka[4]

1. 岐阜大学教育学部、2. 金沢大学環日本海域環境研究センター、3. 公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4. 岐阜聖徳学園大学教育学部
1. Faculty of Education, Gifu University, 2. Institute of Natural and Environmental Technology, Kanazawa University, 3. Horonobe Research Inst. for the Subsurface Environment, 4. Faculty of Education, Gifu Shotoku Gakuen University

新人（*ホモ・サピエンス*）の分布がアフリカからユーラシアに拡大したのは、約60～50 ka（1 ka = 1000年前）と考えられ、アラビア半島からバイカル湖に至る北ルートは、ユーラシア拡散の主要な移動経路とひとつとされている（Goebel 2007）。新人がバイカル湖周辺に到達したのは約45～35 kaとされており、新人と旧人が交錯した場と時代の陸域環境復元は、人類進化の理解の上で不可避な課題である。こうした背景のもと、本研究はモンゴル北部・ダラハド盆地の湖成層の化学分析を行い、過去120 kaの環境変動復元を行った。

分析試料コアは、ダラハド国際掘削計画（DDP-2010）で採取された長尺コアDDP10-3（全長164.5 m、海抜1500.4 m）である（Krivonogov et al. 2012）。本研究では、非破壊μ-XRF測定用として連続採取された長さ1 mのUチャンネルコア試料と、バルク分析用として3 cm毎に分取された試料がそれぞれ用いられた。Uチャンネル試料は、凍結乾燥後に樹脂で固化し、研磨剤で平滑化した切断面を層準に沿ってμ-XRF連続測定を行った。得られたXRF画像データは、層理面に沿って一次元データに変換された（Katsuta et al. 2003, 2007）。一方、バルク分析については、約160 試料を凍結乾燥した後、メノウで粉砕混合したものを準備し、ガラスビード法・XRF-WDとXRD定量分析により、主要元素と構成鉱物の含有量が求められた（Katsuta et al. 2017; Murakami et al. 2010）。また、堆積物の粒径分析は、堆積物の粒度分析は、レーザー回折・散乱法で行われた。DDP10-3の堆積年代は、深度16.5 mまでが土壌と植物片の^{14}Cで、深度16.5 m以深を古地磁気年代層序により決定し、平均堆積速度は1.13 m/kyr、過去約120 kaの堆積記録と推察される。

過去120 kyrの記録は、約90～75 kaと約40～15 kaで顕著な炭酸塩の欠乏が認められる。ダラハド盆地は、盆地北西部のShishhid渓谷における山岳氷河の発達により、氷期に氷河堰止湖（氷河湖, 水深約200 m）の形成が地形調査で確認されており（Krivonogov et al. 2012）、今回得た2つの期間は寒冷化に伴う山岳氷河の発達とそれに伴う氷河湖成立を意味する。約50～10 ka におけるMn含有量の増加は、寒冷化に伴う鉛直混合の強化で、溶存酸素濃度の増加によって説明することができ、氷河湖成立を支持する。一方で、堆積物中の粒度は、約75～15 kaで一時的に粗粒化を示し、数千年間隔で生じた北大西洋地域のダンスガード・オッシュガー（DO）サイクルやハインリッヒ（H）イベントとおおよそ対比することができる。ダラハド盆地を含むモンゴル北部からバイカル湖における山岳地帯には、最終氷期に氷河が発達し、それらの一時的な融解によって、流域から砕屑物が流入してくることが知られている（Katsuta et al. 2018）。したがって、堆積物中の粒度変動は、DOサイクルやHイベントのような数十年で約10˚Cの急激な温暖化に伴う山岳氷河融解を意味するものと考えられる。退氷期におけるDDP10-3堆積物には、約13.8 ka以降から方解石の年縞が発達する。これは、湖水位が低下し、塩濃度が上昇したことに起因しており、その年縞計数は約270枚（年）であった。従って、大陸内における最終氷期から完新世への移行は、氷床や深海コアで観察される14.8～11.5 ka（3200年）に比べて急激に生じたと推察される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：モンゴル北部、lacustrine、氷河湖
Keywords: north Mongolia, sediment, paleoglacial lake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

Paleoenvironmental changes recorded in Orog Lake, southwestern Mongolia during MIS 3 and its relationship with *Homo sapiens*' s migration into northern Asia

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9]
*Hitoshi Hasegawa[1], Nanase Noma[1], Nagayoshi Katsuta[2], Masafumi MURAYAMA[3], Toru Tamura[4], Masami Izuho[5], Niiden Ichinnorov[6], Davaasuren Davaadorj[7], Noriko Hasebe[8], Miho Sasaoka[9], Masao Iwai[9]

1. 高知大学理工学部、2. 岐阜大学教育学部、3. 高知大学農林海洋学部、4. 産業総合研究所地質情報研究部門、5. 首都大学東京人文社会学部、6. モンゴル科学アカデミー、7. モンゴル国立大学、8. 金沢大学環日本海域環境研究センター、9. 高知大学海洋コア総合研究センター
1. Faculty of Science and Technology, Kochi Univ., 2. Faculty of Education, Gifu Univ., 3. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi Univ., 4. Geological Survey of Japan, AIST, 5. Faculty of Social Sciences and Humanities, Tokyo Metropolitan Univ., 6. Mongolian Academy of Sciences, 7. National University of Mongolia, 8. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ., 9. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi Univ.

An aim of the present study is to understand detailed paleoenvironmental changes in Mongolia, situated at a key crossroad for *Homo sapiens*'s migration between central, eastern, and northern Asia during the Initial and Early Upper Paleolithic (IUP-EUP). Available archaeological evidences have suggested the emergence of IUP at around ca. 45-40 ka (e.g., Zwyns *et al.*, 2014; Rybin *et al.*, 2016; Izuho *et al.*, 2018). However, yet the paleoenvironmental changes of this period in Mongolia is largely unclear, preventing us to understand whether the possible environmental changes were significant as a major driving forth for modern human' s lifeway.

In this paper, we present a new record of paleoenvironmental changes in southwestern Mongolia during MIS 3. In January 2017, we took two parallel cores (OROG01, 24 m; OROG02, 21 m) from Orog Lake, a shallow saline lake located in northwestern margin of Gobi Desert. The high-resolution major and minor element composition changes were obtained using μXRF core scanner (Cox, Itrax) at Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. Based on the preliminary results of OSL and 14C age dating, basal age of sediment core OROG01 yielded ca. 38 ±4 ka, nearly accordant with the basal age of ~45 ka reported in the previous study (Yu *et al.*, 2019). On the basis of our high-resolution elemental composition data, in conjunction with previous sedimentological and palynological data (Yu *et al.*, 2019), the paleoenvironments of southwestern Mongolia were more humid with higher lake levels during MIS 3 than Holocene. Our results also suggest periodic and higher amplitude paleoenvironmental changes in this region, which likely correspond to Dansgaard-Oeschger events. This new record would allow us to discuss potential relationship between paleoenvironmental changes and ecosystem changes in Mongolia during the IUP-EUP.

キーワード：湖底堆積物、塩湖、古環境変動、ダンスガードイベント、ホモ・サピエンス、上部旧石器時代初期および前期
Keywords: Lake sediments, Saline lake, Paleoenvironmental changes, Dansgaad event, Homo sapiens, Initial and Early Upper Paleolithic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

Reconstruction for water-mass structure of the Okhotsk Sea for the past 1.5 million years based on radiolarian assemblages

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1]
*Tatuya Sakamoto[1], Yusuke Okazaki[1]

1. 九州大学 理学部 地球惑星科学科
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University

北太平洋中層循環の一部である北太平洋中層水（NPIW）は北太平洋で形成される最も重い水塊であることから，海洋・気候の長期変動へ関与していることが示唆されてきた。NPIWは、北半球最南端の季節氷域であるオホーツク海を起源域としている。オホーツク海の海氷は、主に北西陸棚域で形成され、季節風により北海道沖まで南下する。海氷形成時にブライン（高塩分水）が排出され、陸棚から中層へと沈み込み、NPIWの起源水であるオホーツク海中層水（OSIW）を形成する。OSIWの特徴は、低温で酸素に富み、陸棚域から直接中層水に輸送される豊富な有機物を含んでいることである。放散虫は生物源オパールの骨格を持つ動物プランクトンで海洋表層から深層まで多様な種が生息している。*Cycladophora davisiana*は、OSIWに多産する放散虫種である。最終氷期に*C. davisiana*は、高緯度外洋域で汎世界的に多産することが知られており、低温で酸素に富む中層水の指標として注目されてきた。本研究ではオホーツク海で採取された海底堆積物試料中（MD01-2414, 53˚11.77’N, 149˚34.80’E, 水深1123 m）の放散虫群集組成に基づき、過去150万年間におけるオホーツク海の水塊構造、特にOSIWの変動を復元することを目的とした。MD01-2414コア試料の23層準の試料を放散虫群集解析に用いた。観察用スライドは、試料の乾燥重量を量り、過酸化水素処理後、>45 μm分画を光硬化樹脂で封入して作成した。放散虫群集解析の結果、以下の知見を得た：（1）放散虫総個体数は、間氷期に増加し氷期に減少し、間氷期では氷期よりも１桁から２桁の差で多かった。；（2）OSIWの指標である*C. davisiana*は、間氷期に増加し氷期に減少する傾向があった。ただし、間氷期のなかで酸素同位体ステージMIS 11と31では*C. davisiana*の産出量が顕著に少なかった。MIS 11と31は特に温暖な間氷期として知られており、当時のOSIW形成が弱化・停滞していたことが示唆された；（3）北太平洋域の放散虫年代指標種が4種出現し（*Amphimelissa setosa*, *Axoprunum aquilonium*, *Lychnocanomma sakaii*, *Spongodiscidae* sp.）、MD01-2414コアの年代を制約できた。（4）生物生産量指標種である放散虫種*Ceratospylis borealis*の産出量は間氷期で多く、氷期で少なかった。

キーワード：放散虫、オホーツク海、中層水、海氷
Keywords: Radiolarian, Okhotsk Sea, Intermediate water, Sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3]
*Kazuki Egashira[1], Yusuke Okazaki[2], Tatsuhiko Sakamoto[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 三重大学
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University , 3. Mie University

Silicoflagellate is a phytoplankton with a skeleton of biogenic opal. There are two major genera for modern silicoflagellates: *Dictyocha* mainly dwelling in tropical to temperate regions and *Stephanocha* mainly dwelling in subarctic region. The *Dictyocha*/*Stephanocha* ratio has been used as a paleotemperature proxy. Earth’s climate for the past 800,000 years is characterized by the glacial and interglacial cycles with a frequency of 100,000 years. Oxygen isotope ratios of benthic foraminifera mainly reflect continental ice-sheet volume fluctuations, lighter in the interglacials and heavier in the glacials. This fluctuation is called as Marine Isotope Stage (MIS), odd numbers correspond to interglacials and even numbers correspond to glacials. Among the interglacials, the oxygen isotope ratios were lighter than that of the present: MIS 5e (120,000 years ago), 9 (330,000 years ago), and 11 (400,000 years ago). Pollen assemblages in Lake El’gygytgyn sediment from the Far East Russiat in the Arctic Circle indicates pronounced warming during MIS 11. Because atmospheric carbon dioxide concentrations during the past interglacials were comparable to the preindustrial level, it is important to know the status of warming climate during interglacials. The purpose of this study is to reconstruct sea-surface conditions of the Okhotsk Sea during the past interglacials based on silicoflagellate assemblages preserved in sediments. By comparing silicoflagellate assemblages during MIS 1, 5e, 9 and 11, we test the extent of warming during interglacials. The Okhotsk Sea is a marginal sea of the western North Pacific located south of Lake El’gygytgyn, known as southernmost sea-ice covered area in the Northern Hemisphere. A piston core YK07-12 PC-3B (water depth: 1049 m, core length: 14.09 m). Age model of core YK07-12 PC-3B is established by benthic foraminiferal oxygen isotope stratigraphy and the estimate bottom age is 450,000 years ago. Silicoflagellate assemblage analysis was performed by using sediment samples collected from sedimentary horizons corresponding to MIS 1, 5e, 9, and 11. For each interglacials, three samples from peaks of biogenic opal content, maximum calcium carbonate content and minimum benthic foraminiferal oxygen isotope ratio were picked up, consequently, a total of 12 samples were selected. 100 silicoflagellate specimens were counted for each slide under light microscope. Almost all encountered silicoflagellate species during core YK07-12 PC-3B microscopic observation were belonging to genus *Stephanocha*. During MIS 11, *Stephanocha speculum*(particularly, *S. speculum minuta*) was the most abundant silicoflagellate taxa. Because *Stephanocha speculum*is known as a representative silicoflagellate species in the subarctic Pacific dwelling cold and nutrient rich environments, this result indicates that there is no evidence of significant warming in the Okhotsk Sea during MIS 11. Another abundant silicoflagellate species in core YK07-12 PC-3B was *Stephanocha octangulata*, also known as subarctic taxa. This species was dominant during MIS 1 and 5e. Unique oceanic environments such as seasonal sea-ice coverage and influence of low salinity water originating from the Amur River may have influenced on the silicoflagellate assemblages of core YK07-12 PC-3B.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割
Role of wind stress and sea surface thermal forcing in the formation of the Atlantic meridional overturning circulation at the Last Glacial Maximum

*岡 顕[1]、外川 一記[1]
*Akira Oka[1], Kazuki Togawa[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

古気候モデル相互比較プロジェクト(PMIP:Paleo climate Model Intercomparison Project)では多くのモデルが地質学的データに反して、最終氷期最盛期(LGM:Last Gracial Maximum)における大西洋子午面循環(AMOC:Atlantic Meridional Overturning Circualtion)は現代に比べて'深く強い'という再現結果を示しており、またモデル間でもAMOCの強度に違いが見られる。先行研究では、LGMの気候においてAMOCの強弱を制御する要素として、南大洋の冷却、北大西洋の冷却、北大西洋の風応力の強化などが挙げられているが、各々のAMOCへの影響の相対的評価はなされていない。本研究ではこれらの影響を相対的評価することを目的とし、PMIP(PMIP2とPMIP3)の風応力と熱境界条件を海洋大循環モデルに与える様々な数値実験を行った。その結果、LGM実験において、南半球の熱境界条件がAMOCの強度に最も影響を及ぼすことと、南半球の冷却は'浅く弱い'AMOCの再現において必要条件であり十分条件でないことが示された。PMIPモデルのLGM実験における風応力と熱境界条件においても同様の傾向が示唆されたことから、多くのPMIPモデルがLGM実験において強いAMOCを示す原因として、LGM実験において南の冷却が不十分なことであり、それには現代実験における南の不十分な冷却とそれに伴う海氷アルベドフィードバックの過小評価などが考えられる。

キーワード：大西洋子午面循環、海洋大循環モデル、最終氷期最大期
Keywords: The Atlantic Meridional Overturning Circulation(AMOC), Ocean General Circulation Model(OGCM), Last Glacial Maximum(LGM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

Comparison of the Kuroshio during LGM simulated by an ocean general circulation model driven by multiple paleoclimate models

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3]
*Kensho Ichikawa[1], Haiyan Yang[2], Xinyu Guo[2], Yasumasa Miyazawa[3]

1. 愛媛大学 大学院 理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 独立行政法人海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science and Engineering,Ehime University, 2. Center for Marine Environmental Studies,Ehime University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

1．はじめに

日本周辺海域を流れる黒潮は日本や東アジアの気候形成に重要な役割を果たしている. 現代では,黒潮そのものは概ね安定的に存在しているが,より長い時間スケールで見れば激変する地球システムの一部であり,現代の安定的な姿も変貌する様子のワンシーンに過ぎない.最終氷期最盛期(LGM)と言われる約2万年前は現代と環境が大きく異なっており,氷床の発達による海水準低下,偏西風の南下,日射量の変化による大気海洋間の熱フラックスの変化が考えられる.そのため,当時の黒潮を推定する際は,上記の3要素を併せて考慮する必要がある.

武藤(2018)では上記の3要素を導入した海洋大循環モデルを用いて,LGM中の黒潮流路や流速を推定した.その結果,黒潮続流の南下と流量の減少が見られた.しかし,武藤(2018)は1つの古気候モデル(IPSL)を用いた計算から得られたものである.過去の黒潮をより高い再現度で推定するためには,より多くの古気候モデルを用いて同様の計算を行い,過去の平均的な黒潮を推定する必要がある.

今回はCNRM,GISS,MIROC,MRIを用いて同様の計算を行い,過去の黒潮の推定を行う.計算を行う前に黒潮の流路に影響を与えると考えられる風応力の渦度とスベルドラップ流量について比較した.

2．海洋大循環モデル

海洋大循環モデルはJAMSTECで開発された北太平洋海洋大循環モデル(Miyazawa et al, 2009)を使用した.モデル領域は,南緯30度から北緯60度,東経100度から西経70度である.解像度は,水平方向に1/4度,鉛直方向にσ座標系で21層である.初期値として年平均水温と年平均塩分を与え,外力として風応力および海表面熱フラックスを与えて駆動している.計算期間は40年間であり,解析には40年目の結果を使用した. 海水準低下は海洋大循環モデル内の水深を変化させることで対応した.LGMの風応力および海表面熱フラックスは,各古気候モデルのデータを使用することで対応した.

3．結果

IPSL,CNRM,GISS,MIROC,MRIの5つの古気候モデルの渦度を比較した結果,先行研究で使用されたIPSLに比べ他の古気候モデルはの位置が北寄りであった.先行研究よりの位置の変化と偏西風のピークの変化がおおよそ一致することが示唆されているため,渦度からIPSLが最も偏西風の南下が見られると考えられる.スベルドラップ流量を比較した結果,北緯24度における太平洋西岸のスベルドラップ流量の値がIPSLで最も低い値となった.渦度とスベルドラップ流量の比較から,IPSLを用いた計算結果が最も黒潮の流路の南下と弱化が見られると考えられる.

発表時には各古気候モデルを用い,推定されるLGMの黒潮について紹介する.

キーワード：最終氷期最盛期、黒潮、古気候モデル
Keywords: Last Glacial Maximum, Kuroshio, paleoclimate models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1], Xinyu Guo[1], Ayako Abe-Ouchi[2], Yasumasa Miyazawa[3], Sergey Varlamov[4], Wing-Le Chan[2]

1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3. Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Kuroshio, a strong western boundary current in the subtropical North Pacific, has strong influences on the climate of Japan and East Asia. Global sea level rises and falls when ice sheets and glaciers melt and grow. The Last Glacial Maximum (LGM, 21ka) is the most recent interval in Earth history when global ice sheets reached their maximum integrated volume. The expansion of the ice sheets at the LGM resulted in a sea-level lowering of about 130 m and a cold phase compared to present. Under the circumstance of sea level, Kuroshio did not bifurcate into the Japan Sea and form the Tsushima Current. As the sea level rises, the Tsushima Current flowed into the Japan Sea at about 10ka (Gallagher et al., 2015), and the sea-level reached the present level at 7ka~6ka (Zheng et al., 1994). However, how the Kuroshio and Tsushima Current pathway evolved in the conditions of different sea level and climate remains unclear.

In Okinawa and southern Korea, some archaeologists have found evidences of people drifting on the Kuroshio from Taiwan to northern regions. According to studies by Japanese anthropologists, the first person that set foot on Okinawa probably sailed there on bamboo rafts from Taiwan more than 30,000 years ago. However, this hypothesis needs more evidences because sailing across the Kuroshio is a difficult thing if the Kuroshio 30,000 years ago had the same surface velocity as present. Therefore, clarifying the strength and path of Kuroshio is also helpful to the understanding on human migration.

In this study, we used the model of Japan Coastal Ocean Predictability Experiment (JCOPE) to simulate the changes of the Kuroshio path under the combined influences of sea level, the air-sea heat flux, and wind stresses in five historical regimes (35ka, 30ka, LGM, 6ka, and 0ka). The meteorological and oceanic data are provided by the climate model MIROC4m (Chan et al., 2011) which is a fully coupled atmosphere-ocean general circulation model (AOGCM).

Keywords: Kurosio, Path, Evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

Temperature reconstruction in the late Pleistocene using fossil terrestrial snails and a stalagmite from an archaeological cave in Okinawa

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1]
*Ryuji Asami[1], Rikuto Hondoh[2], Ryu Uemura[3], Ryuichi Shinjo[3], Akihiro Kano[4], Masaki Fujita[5], Shinji Yamasaki[6], Hideko Takayanagi[1], Yasufumi Iryu[1]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学理学部、3. 琉球大学理学部、4. 東京大学大学院理学研究科、5. 国立科学博物館、6. 沖縄県立博物館・美術館
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 4. School of Science, the University of Tokyo, 5. National Museum of Nature and Science, 6. Okinawa Prefectural Museum and Art Museum

Freshwater snails are useful for a paleoclimate proxy. For example, stable oxygen isotope composition of mollusck’s aragonite shells depends on temperature and oxygen isotope composition of water at the time of their growth. The Ryukyu Island Arc, bounded by the East China Sea to the northwest and by the Pacific Ocean to the southeast, is an important area in climatology because its environment is highly associated with the East Asian monsoon (EAM), typhoon, and the Kuroshio current. However, terrestrial paleoclimate records such as tree rings and stalagmites are little in the Ryukyu Island Arc unlike the East Asia Continent. Meanwhile, Okinawa is widely known as a hotspot in archaeology and a lot of ancient remains and digs have been excavated for recent years. Sakitari Cave, where world’s oldest fishhooks were discovered, is one of the most famous archaeological sites in Okinawa.
In this study, fossil shells of a freshwater snail *Semisulcospira libertina* excavated at Sakitari Cave in Okinawa-jima were investigated. These samples were from two sediment layers dated to 13-16 ka and 23 ka in the cave. We measured stable carbon and oxygen isotope ratios and trace element concentrations at intervals of 1 mm along the growth direction of the snails to reconstruct seasonal temperature variations during the Last Glacial Maximum and the last deglaciation. To estimate paleo-temperature and -oxygen isotope composition of precipitation accurately, we also measured oxygen isotope composition of fluid inclusion water in a stalagmite collected near the archaeological site. Comparing with chemical composition of living *S. libertina* shells collected around the site, estimated annual mean temperature was about 8 ˚C and 6˚C lower at 23 ka and 13-16 ka than at the present. Summer temperature has largely increased from 23 ka to 13-16 ka relative to winter temperature, which is consistent with North Hemisphere insolation changes in summer and winter. Our results indicate that the increase of mean air temperature around Okinawa-jima was larger than that of seawater temperature in the northwestern Pacific Ocean during the last deglaciation. This inconsistency is a significant finding for better understanding of past climate changes associated with the East Asian Monsoon.

キーワード：貝化石、石筍、酸素同位体組成、古気温、沖縄、洞穴遺跡
Keywords: fossil snail, stalagmite, oxygen isotope composition, paleo-temperature, Okinawa, archaeological cave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係
Silicoflagellate and *Actiniscus* response to meltwater during the last deglaciation in the Alaska margin

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3]
*Asuka Tomokawa[1], Yusuke Okazaki[1], Jonaotaro Onodera[2], Keiji Horikawa[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3. 富山大学大学院理工学研究部(理学)
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 3. Graduate School of Engineer and Science, University of Toyama

珪質鞭毛藻は、生物源オパール骨格を持つ植物プランクトンであり、その化石群集は生層序や古環境復元に利用されている。現生の珪質鞭毛藻群集は、熱帯から温帯に生息するDictyocha属と亜寒帯から極域に生息するStephanocha属に大別され、その比（Dictyocha/Stephanocha比）が海表面水温と対応していることが知られている。Actiniscus pentateriasは生物源オパール骨格を持つ渦鞭毛藻類の一種で、低塩分水の指標として用いられる。アラスカ湾は、北東太平洋に位置し、西方のアラスカ半島と東方のアレクサンダー諸島の間に挟まれている。その沿岸域の出入りの多いフィヨルドは、最終氷期に北米大陸西部に存在したコルディレラ氷床が残した氷河地形である。本研究では、アラスカ湾堆積物中の珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻群集組成とコルディレラ氷床の融氷との関係を解明することを目的とする。2017年夏に学術研究船白鳳丸KH17-3航海においてアラスカ湾で採取されたKH-17 CL14コア（59° 33.350’ N, 144° 09.344’ E、水深695 m）を研究に使用した。CL14コア試料は、最終氷期以降の過去17000年間を記録していることが浮遊性有孔虫殻の放射性炭素年代測定によって示されている。CL14コア試料の層準は、最終退氷期における千年スケールの温暖イベントであるベーリングアレレード（BA, 14600-12900年前）と寒冷イベントであるヤンガードリアス（YD, 12900-11500年前）を完全に含んでおり、本研究では48層準を選び、スライドを作成した。作成したスライドを光学顕微鏡下で観察し、珪質鞭毛藻は1サンプルにつき100個体を同定・計数、渦鞭毛藻のActiniscus pentateriasは試料の乾燥重量当たりの個体数を計数した。出現した珪質鞭毛藻の分類を行い、Dictyocha属7種2亜種とStephanocha属4種を同定した。KH-17 CL14コアにおける珪質鞭毛藻群集組成は、YD以降にDictyocha属（低-中緯度）が全群集の約半数を占めた一方で、BAにStephanocha属（高緯度）の割合が増加し、特にStephanocha speculumが多産した。このことは、CL14コアのDictyocha/Stephanocha比が最終退氷期の温暖/寒冷イベントを単純に反映していないことを示唆している。また、渦鞭毛藻Actiniscus pentateriasの個体数はBA後半とYDの直後にピークを示し、低塩分化を示唆した。この低塩分化は、コルディレラ氷の融氷水による可能性が高い。この解釈は、BA後半とYD直後のActiniscus pentateriasの増加のタイミングが、それぞれ融氷水パルス1Aおよび1Bと一致することと矛盾しない。また、北太平洋高緯度域の生物生産がBAに増加することが報告されている。その理由としてLam et al. (2013) は、融氷水の流入が海洋表層の成層化を発達させることで光環境が改善したという説を唱えている。CL14コアの最も多く産出する珪質鞭毛藻群集種は、BA/YDを境にStephanocha speculum からDictyocha mandraiに移り変わった。現在のアラスカ湾においてStephanocha speculumは、高生物生産指標となることがTakahashi (1989) によって指摘されている。したがって、BAの高いStephanocha属の産出は、コルディレラ氷床の融氷に起因する高い生物生産に伴うものであろう。

キーワード：珪質鞭毛藻、アラスカ湾
Keywords: Silicoflgellate, Gulf of Alaska

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5]
*Kenta Suzuki[1], Masanobu Yamamoto[1,2], Brad Rosenheim[3], Takayuki Omori[4], Leonid Polyak[5]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、3. 南フロリダ大学海洋科学大学、4. 東京大学総合研究博物館、5. オハイオ州立大学バード極地研究所
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. College of Marine Science, University of South Florida, 4. The University Museum, The University of Tokyo, 5. Bard Polar and Climate Research Center, Ohio State University

Radiocarbon dating of biogenic carbonates, such as foraminiferal tests, is commonly used for dating marine sediments up to 50 ka old. However, in carbonate-poor environments, such as typical for polar seas, direct dating of carbonaceous material is difficult, while bulk organic matter (OM) may contain a mixture of carbon with different ages. Rosenheim et al. (2008) developed the ramped pyrolysis ^{14}C dating of the bulk OM based on incremental generation of CO_2 from a range of carbon fractions, from highly reactive to more thermochemically stable. Application of this approach to Southern Ocean sediments showed that ages of highly-reactive, lower temperature fractions were considerably younger than other fractions and the bulk ^{14}C age. In this study, we explore ramped pyrolysis ^{14}C dating in Arctic Ocean sediments from the Alaskan margin to determine if the same relationships hold true.
Samples were taken from two sediment cores collected on the 2005 HOTRAX expedition and comprising Holocene marine and older glaciomarine strata (Darby et al., 2009a). Several ^{14}C ages have been generated on the Holocene biogenic carbonates (Darby et al., 2009b). New samples from both the Holocene and older sediments were pyrolyzed from room temperature to 900 ˚C, and the released, purified CO_2 fractions were sealed in borosilicate glass ampoules at the University of South Florida. Measurement of $\Delta^{14}C$ was conducted at the University of Tokyo.
Pyrolysis followed by oxidation generated three peaks of CO_2 at ~300 ˚C, ~400 ˚C and ~540 ˚C, which were deconvolved into three Gaussian peaks (G1 to G3). These peaks were interpreted to reflect the consecutive degradation of oxygen-containing OM functional groups, cleavage of carbon-carbon bonds, and cleavage of aromatic ring carbon, respectively. In this scenario G1 contains most of the autochthonous carbon from the sediment. We found that the slopes of the G1-G3 ^{14}C ages plotted against temperature of the Gaussian centroid are proportional to the offset between ^{14}C ages of G1 and earlier analyzed biogenic carbonates from the same core levels. Assuming that this relationship is a constant function of the overall measured age spectra, we propose to use it for estimating sediment ages from the ramped pyrolysis ^{14}C data. The estimated G1 age offsets range from 800 to 3,000 years in the Holocene and from 4,000 to possibly as high as 5,000 years in the older glaciomarine sediments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性
Utility of sedimentary environmental DNA for indices of past pelagic fish species populations

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]
*Hiromichi Tamai[1], Michinobu Kuwae[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4]

1. 愛媛大学大学院理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 2. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

これまで、100年を超える海洋の魚類記録は堆積物記録には堆積物中の魚鱗を用いたイワシ類の記録(Kuwae et al., 2017)や、堆積物中の安定同位体比によるサーモンの記録（Finney et al., 2002）などが報告されているが、多くの有用魚種のうち、わずかな魚種の記録しか報告されていなく、過去の動態が不明である。そのために、ほとんどの有用魚種の個体数が、漁獲量記録が残る20世紀よりも前の時代にどのような長期変動を示し、どのような要因で変動していきたのかについてはほとんど明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、魚類の個体数を知るうえで新たな指標となりうる環境DNAに注目する。本研究は環境DNAが海底堆積物から浮魚類の個体数変動を明らかにする上で有効な指標となりうるかを評価すること、さらに海洋堆積物中に保存される環境DNAのソースを解明することを目的とした。

本研究で用いた海底柱状堆積物試料は、愛媛大学が所有する調査船『いさな』において、大分県別府沖で採取し[M1] た。本研究では、アシュラコアラーを用いて得られた3試料とグラビティーコアラーを用いて得られた4試料、計7試料を用いた。本研究では、堆積物中に魚鱗が多く残るカタクチイワシ（*Engraulis japonicus*）・マイワシ（*Sardinops melanostictus*）と魚鱗がほとんど残らないマアジ（*Trachurus japonicus*）にターゲットを絞った。堆積物中の環境DNAは、定量PCR法を用いて増幅・定量し、単位重量当りのコピー数を復元した。堆積物試料からDNAを抽出した後、DNeasy Powersoil kit（QIAGEN社）を用いて堆積物中の環境DNAを精製した。これをTacMan®定量PCRでDNAを測定し、検量線を用いてDNAのコピー数を定量し、単位乾燥重量当りのコピー数を求めた。得られたDNA濃度と同海域で得られた魚鱗堆積量、日本の漁獲量データを比較し、環境DNAの有効性を検討した。海洋堆積物中の環境DNAのソースがどこに由来するかを解明するため、海洋堆積物中の4つの画分にわけ、土壌、間隙水、魚鱗、骨についてDNA分析を行った。

本研究では、海洋堆積物中から環境DNAの抽出・定量化できた。カタクチイワシ、マイワシ、マアジの3種とも環境DNAと漁獲量との間に正の有意な相関が認められた。またカタクチイワシとマイワシの環境DNA濃度と魚鱗堆積量の比較に関しても有意な正の相関が得られた。以上の結果から環境DNAは過去の魚類動態を反映できる指標のひとつとなる可能性が高い。また、環境DNAは細粒画分の粒子サイズに高濃度で存在することが明らかになった。これは、堆積物中の粘土鉱物にDNA断片が吸着され、電気的に性質が変化した(Stotzky et al., 2000)結果、DNAが分解から免れた可能性が考えられる。

キーワード：環境DNA、堆積物コア、定量PCR、浮魚
Keywords: eDNA, sediment core, Quantitative polymerase chain reaction, pelagic fish

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

Improvements of extraction methods of sedimentary fish-origin DNA for reconstruction of marine fish communities

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5]
*Jun Kurata[1], Hiromichi Tamai[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4], Michinobu Kuwae[5]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学大学院理工学研究科、3. 兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5. 愛媛大学沿岸環境科学センター
1. department of earth science, Ehime university, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 5. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university

Environmental DNA is DNA fragments derived from body fluids or skin fragments of macro organisms contained in water or soil. It is expected to can be a technology to reveal long-term fish community changes which still remains unknown in the world ocean. However, DNA in the sediments has a low concentration, therefore, it is difficult to detect for a various kind of fish species. The purpose of this research is to elucidate the method that can take sedimentary DNA more efficiently. At this time, we tested five DNA extraction methods including the conventional one together with beads beating time. Quantitative PCA results showed that Power Soil had the best yield in the replications. In addition, DNA extraction of *Truchurus japonicus* figured out a better yield by increasing the amount of sediment sample. There was a significant difference between 10 min. and 30 sec. of beads beating time, it is possible that there is a higher yield with short time beating. Our future works is to test whether DNA yield improves by shortening or eliminating bead beating, effectively removal of PCR inhibitors, and an utility of PCR inhibitor.

キーワード：環境DNA、海洋堆積物
Keywords: Environmental DNA, ocean sediment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元
The paleotemperature reconstruction during the late-Holocene using the sediment core recovered from the Tokyo Bay, Japan

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3]
*Hiroto Kajita[1,2,3,4], Naomi Harada[5], Miyako Sato[5], Nanako Ogawa[1], Yusuke Yokoyama[1,2,4], Chikako Sawada[1], Yosuke Miyairi[1], Masayuki Utsunomiya[3], Atsushi Suzuki[3], Hodaka Kawahata[1,2,3]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5. 海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Japan, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate school of Science, The University of Tokyo, Japan, 3. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan, 4. Department of Biochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan, 5. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan

将来の気候変動による社会への影響が懸念されている現在、完新世の気候変動とその人類文明への影響について明らかにすることは重要である。東京湾周辺は、縄文時代において日本で最大の人口密集地帯であった。また、縄文時代以降においては幾度となく日本史上の大きな転換の舞台となった。中期～後期完新世における東京湾周辺の古環境変遷は、湾岸に分布する貝塚の群衆やサンゴなどの示相化石、歴史文書等に基づいて推定されてきたが、連続的かつ高時間解像度の復元記録はこれまで存在しなかった。

淡青丸KT12-06航海において東京湾から8.99mの海洋堆積物コアを採取した。堆積物コアに含まれていた22個の貝化石のAMS放射性炭素年代測定、および宝永噴火のスコリア層によって高精度の年代モデルを構築した結果、この堆積物コアには過去4500年間の古環境記録が連続的に含まれていることが判明した。生物生産量の指標となる全有機炭素量（TOC）測定、表層水温変動を定量的に復元できるアルケノン不飽和度（$U^{k'}_{37}$）測定、アルケノンを生成する円石藻の群集解析を行った。

TOCの値は、沿岸の開発が始まった1700AD以前は1.3～1.7 wt. %の範囲で安定して推移しており、恒常的な生物生産があったことが示唆された。コアに含まれる円石藻化石のほとんどは*G. oceanica*であり、*G.oceanica*の培養実験で求められた換算式を用いて$U^{k'}_{37}$からアルケノン古水温を計算した。約400 AD～現在のアルケノン水温は20.5℃～22.4℃（平均21.6℃）の範囲で変動した。1700 AD、1420 AD、1280 AD、1010 AD前後が比較的寒冷な時期であり、それぞれ太陽活動が低調であった、Maunder、 Spörer、Wolf、Oort極小期に一致していた。縄文後期～古墳時代に相当する約2500BC～400ADのアルケノン水温は、平均22.6℃と比較的高い水準で推移しており、先行研究における報告と大局的には一致していた。しかし、本研究の連続的かつ高時間解像度の温度復元記録によるとこの時期の表層海水温は数百年スケールで大きく変動（19.5℃～25.3℃）していたことが示唆された。特に520～440BCと2360～2280BCには大規模な寒冷期（それぞれ20.0℃、19.5℃）が認められた。前者は、弥生の小氷期とも呼ばれる500BC前後の寒冷期に相当し、太陽活動の低下に起因するものと考えられる。後者は、一時的なモンスーンの弱化によって全球的に異常な寒冷/乾燥化イベントが報告されている時期であり、東京湾もその影響を受けていた可能性が高いことが示された。縄文中期～弥生初期にかけて、東京湾周辺では水稲栽培が開始されず、狩猟採集をベースとした生活が続いていたが、その背景の一つにはこのような不安定な気候があったかもしれない。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：古気候、東京湾、後期完新世、アルケノン
Keywords: Paleoclimate, the Tokyo Bay, late-Holocene, Alkenone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

Summer monsoon variability over the past 400 years in Tateyama, Japan, as reconstructed from tree-ring oxygen isotope data

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3]
*Masaki Sano[1], Kota Mori[1], Akane Tsushima[2], Zhen Li[3], Koh Yasue[4], Takeshi Nakatsuka[2,3]

1. 早稲田大学人間科学学術院、2. 名古屋大学、3. 総合地球環境学研究所、4. 信州大学
1. Faculty of Human Sciences, Waseda University, 2. Nagoya University, 3. Research Institute for Humanity and Nature, 4. Shinshu University

近年、樹木年輪の酸素同位体比による気候変動の復元がアジア各地を対象として進められている。年輪酸素同位体比は、樹木が成長する夏季の水環境（具体的には、相対湿度と降水の酸素同位体比）によって規定されており、それゆえ夏季モンスーンの変遷を過去に遡って精度良く復元できる。本研究では、富山県の立山に自生するキタゴヨウ（*Pinus parviflora* var. *pentaphylla*）から取得した年輪酸素同位体データに基づき、過去400年間にわたって夏季の相対湿度を復元するほか、既存の古気候データと比較することで、夏季モンスーンの時空間変動を把握することを目的とした。

立山の標高1500mにおいて2016～2017年に収集した数十個体のコアサンプルを分析に用いた。最初に、年輪幅の経年変動パターンを個体間で比較して年輪の形成年代を確定させたのち、年輪数が比較的多い5個体を同位体分析用のサンプルとして選別した。次いで、樹軸方向に1mm厚の薄板を作成したうえで、化学処理によってセルロースを抽出した。その後、顕微鏡を用いてセルロース板から年輪を1枚ずつ切り分け、熱分解式の元素分析装置を連結させた同位体比質量分析計で年輪セルロースの酸素同位体比を測定した。

得られた5個体の時系列は、酸素同位体比の経年変動が過去400年間にわたって個体間で良く同調しており、共通の気候因子が同位体比の変動を規定していることが分かった。全ての時系列を統合して得た標準年輪曲線を気象観測データと比較した結果、酸素同位体比は4～6月の相対湿度に対して負の有意な相関を示したほか、成長が旺盛な6月に特に高い相関が認められた。主に梅雨期を含む初夏の相対湿度を反映している立山の年輪酸素同位体比を、同じく夏季の相対湿度を反映している屋久島の年輪データと比較したところ、PDO指数が負（正）の時に両者の相関が上昇（下降）する特徴が検出された。両地点が南北に位置していることから、梅雨期の湿度がPDOの影響を受けて、南北間で同調する時期としない時期に分かれる可能性が示唆された。

キーワード：酸素同位体比、東アジアモンスーン、太平洋十年規模振動
Keywords: Oxygen isotope, East Asian monsoon, Pacific Decadal Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

Eventural Layers of anciant disasters during these 4500 years at Lake Ikeda (Lake Daijya), western coast of Kyushu Island presumed by diatom assemblages in lake deposits

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4]
*Kaoru Kashima[1], Tomokazu Mita[1], Yu Fukumoto[3], Tsuyoshi Haraguchi[2], Kazuyoshi Yamada[4]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 立命館大学、4. ふじのくに地球環境史ミュージアム
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Geosicneces, Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Ritsumeikan University, 4. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka

池田池（大蛇池）は九州西岸、天草半島に位置する、東西南北約200ｍの小規模な沿岸湖沼である。もともとは潟湖であったが、アカホヤ火山灰堆積後、砂州で湖口をふさがれ、淡水湖沼となっている。Woodruff *et.al.*(2014)は、この池田池（大蛇池）において、湖底下1.9-2.1ｍの層準において、元寇時（AD1274, AD1281）の２層の台風堆積物を確認した。しかし、年代を推定できる資料が限られていること、２層の台風堆積物であることの根拠が限られていることなどの問題点も指摘されてきた。ただ、過去の巨大台風の痕跡が、海に面した小規模な湖沼の湖底に記録されていることは、九州西域の災害史を考察する上で極めて重要な手がかりとなる。

そこで、2016年に原口ほかによって、全長22ｍのボーリングコア試料が新たに掘削された。堆積物から得られた炭素14年代測定結果およびアカホヤ火山灰層より、過去約8000年間の堆積物が、湖底下にほぼ連続的に堆積していると推定された。

本研究では、そのうち上位9ｍ、年代として約4500年間における珪藻遺骸群集変動について、2-4ｃｍ間隔で分析を行った。その結果、Woodruff et.al.(2014)の示した元寇時の台風堆積物に加えて、合計5層のイベント性堆積物層を確認したのでここで報告する。

珪藻遺骸群集の特徴は以下のようにまとめられる。
(1)まず、研究を始めるにあたり、湖底表層堆積物を採取し、ゆるやかに水洗ののち、SEMを用いて、堆積物観察を行った。湖底表層には多数の糞粒が堆積しており、それらは珪藻殻の集合からできていた。産出する珪藻は、*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など水草などに付着し、湖表面に漂うこともある淡水半浮遊生種であり、その種構成も限られていた。
(2) 池田池では、過去4500年間は、水深の小さい淡水湖沼環境が継続していた。そして*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など淡水半浮遊生種が優占して産出した。
(3)しかし、以下の5層準において、珪藻遺骸群集が急変することがわかった。これは、海水の流入などによる湖沼塩分の急変、周辺流域からの土砂流入が推定され、台風による高潮や土砂崩壊などのイベント性堆積物である可能性が高いと判断された。
(4)それぞれのイベント性堆積物の深度とその堆積年代は以下のようにまとめられる。Event 1 (7.26-8.26m): 4200-3800 yBP, Event 2 (4.32-4.40ｍ): 2000 yBP, Event 3 (3.20-3.28m): 1400 yBP, Event 4 (2.64-2.72m): 1000 yBP, Event 5 (1.22-1.90 m): 500-700 yBP.
(5)それぞれのイベントをもたらした要因（巨大台風などの）の決定のためには、他種の分析データの蓄積と、近隣データとの比較検討が必要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：珪藻遺骸、台風堆積物、沿岸湖沼、池田池（大蛇池）
Keywords: Diatom Assemblages, Typhoon Deposit, Coastal lake, Lake Ikeda (Lake Daijya)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動
Variability of hemipelagic and event depositions in the Beppu Bay during Holocene

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3]
*Tomohisa Irino[1], Airi Maruyama[1], Ken Ikehara[2], Masanobu Yamamoto[1], Michinobu Kuwae[3]

1. 北海道大学　大学院環境科学院、2. 産業技術総合研究所　地質情報部門、3. 愛媛大学　沿岸環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University

The Beppu Bay located in the northeast Kyushu Island, the southwestern Japan receives detrital materials mainly from two drainage systems, the Ohno River and the Oita River. The Ohno River has the head water region at the Mt. Kuju and Mt. Aso, flows eastward combining some tributaries from the south, and then flows northward to the Beppu Bay. Surface geology of the drainage area is roughly divided into two as intermediate to felsic volcanic area covered with andosol in the northeast and Paleozoic to Mesozoic sedimentary rocks covered with brown forest soil in the south. The drainage basin of the Oita River is located in the north of the Ohno River drainage, which is characterized by mafic volcanic rocks in the headwater region. Since the provenance of the Beppu Bay sediments has such geologically contrasted drainage systems, the temporal changes in the provenance for the sediment can be utilize to seek for the interrelationship among the western Pacific paleoceanography, East Asian monsoon, ecological response (fishery, vegetation, land use), and the erosion and sediment supply from hinterland basin. For this purpose, we examined mineral composition of BP09-3 core collected from the center of Beppu Bay as well as sediment from surface soils and river beds using X-ray powder diffraction.

As a result, quartz / feldspars ratio of the Beppu Bay sediment was within the range of surface soils in the drainage of Ohno River and Oita River. Detailed examination of peak shape of feldspar in X-ray diffractogram suggests grain size dependency of feldspar composition. Feldspars in finer materials showed more “mafic” composition suggesting that fine materials are dominantly supplied from Oita River drainage and / or mafic rock is more easily weathered and forms fine materials. We also applied statistical unmixing of mineral assemblage using PARAFAC algorithm on XRD profiles. Statistically distinguished subcomponents could be attributed to biogenic subcomponents, detrital subcomponents from the Ohno and Oita Rivers in hemipelagic mud as well as two detrital subcomponents in event sands with different origin.

Temporal variation of these statistical subcomponents in hemipelagic mud suggests that vegetation and / or land use change in the drainage area affected the relative importance of suspension loads from the Ohno River associated with the increase of detrital flux for the last 3,000 yrs. Composition of event sands also shows a consistent compositional change characterized by the relative increase of contribution from sandy material of the Ohno River bed. Increase in surface erosion in the Ohno River drainage may have been responsible for increases of fine and coarse materials supply and development of the delta at the river mouth.

キーワード：別府湾、堆積物、砕屑物、X線回折法
Keywords: Beppu Bay, Sediment, Detrital component, X-ray diffraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性
The composition of laminae in the sediment of Beppu-Bay and potential as annual laminations

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3]
*Yoshiaki Suzuki[1], Michinobu Kuwae[2], Kazuno Arai[3], Ken Ikehara[4], Masafumi MURAYAMA[3]

1. 早稲田大学、2. 愛媛大学、3. 高知大学、4. 産業技術総合研究所
1. Waseda University, 2. Ehime University, 3. Kochi University, 4. AIST

大分県別府湾の堆積物は、とくに水深60m以深の最奥部は半遠洋性軟泥で構成され、その中にイベント的に堆積したと思われる砕屑物層（イベント層）が多数存在する。こうしたイベント層は周辺地域で観測・歴史的に多発している洪水、地震、噴火等の災害を記録している可能性が高い(Kuwae et al., 2013, Yamada et al., 2017)。本研究では、とくに厚さ1cm以下のマイナーイベント層の成因を観測記録との比較に基づいて明らかにするために、2017年6月に別府湾の４地点から採取した表層 堆積物（長さは最長で約1.2m）を用いて、高解像度年代モデルの構築と観測記録との対比を試みた。

採取した表層堆積物は、高知大学海洋コア総合研究センターにてCTスキャン、半割、断面画像撮影を行った後、蛍光X線マイクロスキャナITRAXを用いた高解像度元素組成分析を行った。また年代決定のため、放射性Pb, Csの濃度変化を4cm間隔で測定した。

別府湾の最奥部、水深60m以深の堆積物には明瞭な葉理構造が見られた。これらの葉理は複数のコア間でそのパターンが対比可能である。一方で別府湾の水深50m以浅では、より粗粒な構成要素が多くなり、葉理構造はほどんど見られなかった。ITRAXの分析結果およびその因子分析から、葉理は砕屑物の含有量変化によるものであることがわかった。またその他にも砕屑物含有量がスパイク的に増加し、かつ砕屑物組成が異なる層準が多数みられた。これらの層準の一部は明灰色ないし赤褐色の砕屑物に富んだ薄層、すなわちマイナーイベント層として肉眼でも確認でき、砕屑物が通常時と異なる供給源から大量に流入したことを示唆している。

放射性Pb, Csの測定結果は、先行研究で知られている豊後水道地震起源と考えられるイベント層Ev-1a（Kuwae et al., 2013）と概ね矛盾しない年代値が得られた。また葉理の計数を行ったところ、葉理の保存が悪い区間に関しては葉理の平均厚さ6~7mmを内挿すれば、葉理の累積枚数がPb, Csから得られた年代と矛盾しないことがわかった。このことから、別府湾最奥部の葉理は季節毎に異なる物質が流入し、擾乱なく保存されることで形成される年縞堆積物である可能性が高い。もし葉理が年縞であるなら、表層堆積物に年単位の高解像度な年代目盛を挿入でき、堆積物と観測記録の詳細対比が行える。

キーワード：別府湾、年縞
Keywords: Beppu Bay, annual lamination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション
Simulation of global distribution of Pa/Th using an ocean general circulation model

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1]
*Yusuke Sasaki[1], Akira Oka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

堆積物中の231Pa/230Th比は、氷期における海洋循環の強さを推定するプロキシデータの一つとして知られる。しかし、海水中の 231Pa,230Th の分布に関する観測データは少なく、その全球分布を決める過程の理解は不十分である。また、いくつかのモデル研究も行われてきたが、それらは観測データを十分に再現しているとはいえない。そこで本研究は、近年GEOTRACESなどの計画により海洋中の231Pa、230Th溶存態分布が豊富になってきたことを踏まえ、観測に則する分布を海洋大循環モデルで再現することを第一の目標とした。具体的には、231Pa,230Th が海洋中の沈降粒子によって除去される過程を再現した先行研究 (Siddall et al., 2005) のモデルを元に、近年提示された海底の懸濁層における粒子除去過程 (bottom scavenging; Okubo et al., 2012; Roy-Barman, 2009) や、沈降除去強度の粒子濃度依存性 (Henderson et al., 1999) を導入することで、観測の分布をよく再現するためのモデル改良を行った。また本研究では、また、最も観測に則した実験結果(Control実験)について、分布を形成する要因を、鉛直一次元過程、海洋の移流・拡散、bottom scavengingの三つに切り分けるための追加実験を実施した。そして、その結果を解析することで、それらの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響を明らかにした。

モデルの改良・パラメタ調整の結果、GEOTRACESで観測された 231Pa,230Th の溶存態の分布を現実的に再現することができた。bottom scavengingを考慮したことにより先行研究(Rempfer et al., 2017) でも示唆されるように、231Pa,230Th ともに深層の分布が改善されることが確認できた。bottom scavenging を考慮することで231Paに関しては現実的な溶存態分布が再現できた一方で、230Th の溶存態の分布はbottom scavenging の考慮だけでは十分に観測を再現できなかった。そこで230Th の溶存態の分布を再現する為、Siddall et al. (2005) で示された粒子除去強度のパラメタの値を再調整するとともに、Henderson et al. (1999) にならい、沈降除去強度の海洋中の粒子濃度依存性を考慮した実験を行った。その結果、230Th の溶存態の分布に関してもより現実的に再現することができた。

次に、観測を最もよく再現した数値実験(Control実験)について、堆積物中の 231Pa/230Th 比の全球分布を決める過程を議論した。解析の結果、その比を決める過程は、231Pa と 230Th　にかかる移流・拡散の寄与の違いにより大部分が説明できることを確認した。これは、移流の 231Pa のみへの影響を抽出した実験においても、231Pa/230Th 比の分布を概ね再現できたことから判断できる。一方、bottom scavenging は231Pa に対するこの移流・拡散の効果を抑制する方向にはたらき、231Pa/230Th 比の海域間の勾配を弱めることが分かった。さらに、231Pa と比較すると寄与は小さいが、移流・拡散は 230Th の分布形成に対してもはたらき、231Pa に対する移流・拡散の寄与で生じる 231Pa/230Th 比の勾配を弱める方向にはたらくことがわかった。

本研究では、現代の海洋物理場を用いたモデル実験において、分配平衡定数に依存する鉛直一次元的な過程、移流・拡散の過程、bottom scavengingの過程の三つに切り分け、それぞれの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響について評価を行うことができた。今後、氷期海洋について同様の実験を行うことで、氷期の大西洋子午面循環の強度を推定するプロキシデータとしての堆積物中の231Pa/230Th比に関する理解が深められると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：231Pa/230Th比、海洋循環指標、bottom scavenging、海洋大循環モデル
Keywords: 231Pa/230Th ratio, proxy of ocean circulation, bottom scavenging, ocean general circulation model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

Construction of modern silicoflagellate assemblage dataset in the North Pacific for paleo sea-surface temperature and its application for sediment cores

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1]
*Yusuke Okazaki[1], fumiaki nishizono[1], Tanizaki Kyohei[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

珪質鞭毛藻は、生物源オパールの骨格を持つ海生植物プランクトンである。現生の珪質鞭毛藻は、主に低・中緯度に生息する*Dictyocha*属と、主に中・高緯度域に生息する*Stephanocha*属の２属に大別され、２属の比を取ることで定性的な温度指標になることが知られている。モダンアナログ法は、現生群集データセット（表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成と現場の水温との関係）と化石データセットを基に定量的復元を行う手法である。Poelchau (1976) は、北太平洋の広域における表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成を明らかにし、このデータは現生群集データセットの主要部分となり得る。本研究ではモダンアナログ法に用いる現生群集データセットに北西太平洋域のデータを追加し、新たな現生群集データセットを構築し、堆積物コアに適用することを目的とした。本研究で用いたモダンアナログ法には (1) 表層（＝現世）データセット、(2) 化石データセット、(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットの３点が必要となる。(1) 表層データセットについては、Poelchau (1976) による96地点のデータに加え、日本周辺海域から採取された表層堆積物78サンプルのデータを追加した。各表層堆積物試料につき100殻の珪質鞭毛藻個体を同定・計数し、Poelchau (1976) のデータに合わせ3属7種に分類し表層データセットを構築した。(2) 化石データセットは日本海若狭湾で採取されたKR15-10 PC05コアと、東シナ海男女海盆で採取されたKY07-04 PC01コアを用いた。いずれの試料も最終氷期以降の珪質鞭毛藻群集組成データが得られている。(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットはWorld Ocean Atlas（NOAA, 2016）で公開されている1955年 - 2012年の年平均表層水温の0.25度グリッドのデータを用いた。各表層堆積物サイトに最も近傍の点における水深0 mの水温データを用いた。モダンアナログ法は花粉群集用に開発されたPolygon 2.4.4を使用した（中川, 2008）。日本海若狭沖コアについては、最終氷期の低水温と完新世の高水温を復元でき、最終退氷期に12 ka -14.5 kaに持続的な水温上昇がみられた。東シナ海男女海盆コアの古水温復元結果は、最終氷期（10-15˚C）から完新世（20-25˚C）までを示し、最終退氷期に大きな変動があった。KY07-04 PC01コアでは、浮遊性有孔虫殻のMg/Ca比（20-25˚Cの変動幅）と有機化合物TEX86（7-20˚Cの変動幅）を用いた古水温復元の先行研究がある (Kubota et al., 2010; Nakanishi et al., 2012) 。本研究の古水温復元値は2つの先行研究の中間値を示したが、変動パターン、特に最終退氷期の変動は2つの先行研究とは異なるものであった。

キーワード：珪質鞭毛藻、モダンアナログ法、古水温、最終氷期、日本海、東シナ海
Keywords: Silicoflagellate, Modern analog technique, paleo temperature, Last glaciation, Japan Sea, East China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量
Microplastics in surface sediments of the Ariake Bay

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2]
Hiroki Sonoda[1], *Yusuke Okazaki[1], Atsuhiko Isobe[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 九州大学応用力学研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

マイクロプラスチックは、5 mm以下のプラスチック片のことを指す。日本周辺海域でのマイクロプラスチック浮遊数は、世界の海洋の平均値を大きく上回っており、マイクロプラスチック汚染が懸念されている。マイクロプラスチックは最終的に海岸や海底に堆積して海洋から除去されるが、その沈降・堆積過程はよくわかっていない。そこで本研究は、有明海熊本沖の堆積物中におけるマイクロプラスチックの含量を明らかにすることを目的とした。有明海熊本沖の11測点で2016年12月にエクマンバージを使って採取した表層堆積物試料を使用した。熊本市街地の北と南にはそれぞれ白川と緑川が流れ、有明海に注いでいる。白川河口の1測点と緑川河口の2測点においても表層堆積物試料を直接チャック付きプリ袋に採取した。堆積物試料を凍結乾燥させ、50 g を目安に乾燥重量を秤量した。乾燥試料を目合い63 μmの篩に載せ、水道水で細粒の粒子を洗い流したのち、300 mLのガラスビーカーに移した。ビーカー内の試料を水道水で攪拌し、浮遊した残渣と沈殿した残渣をそれぞれ別々のろ紙に回収した。ろ紙に回収した浮遊残渣試料を、再度ビーカーに移し、1N塩酸20 mLと10% 過酸化水素水20 mLを加え、天板温度200˚Cのホットプレートで1時間加熱した。反応終了後にElix水を加え、ナイロン製プランクトンネット生地（目合い63 μm）を使って作成した簡易篩を通し、Elix水でよく洗い酸抜きを行った。簡易篩上の残渣をろ紙に回収し、40˚Cの定温乾燥器で一晩乾燥させた。 乾燥させた試料は、筆を使って薬包紙に移しガラスバイアルに回収した。実体顕微鏡下で目合い300 μmと150 μmの篩にかけた試料からプラスチックの可能性がある粒子を拾い出した。拾い出した粒子がマイクロプラスチックかどうかはフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）により判定した。フーリエ変換赤外分光計 (FT-IR alpha; Bruker Optics K.K., Tokyo, Japan) を使用し、データベース上の標準物質とスペクトル比較を行い、ヒットクオリティが400以上のものをマイクロプラスチックと判定した。なお、堆積物試料の測定に先立ち、凍結乾燥および天板温度200˚Cのホットプレート上での加熱はFT-IRによるプラスチックの同定の支障とならないことを確認している。測定の結果、有明海熊本沖の11測点において合計18個、河口の3測点において合計8個のマイクロプラスチックを検出した。検出したマイクロプラスチックの種類はPPやPE（特に高密度PE）が主で、エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂（EVA樹脂）も見つかった。有明海熊本沖堆積物試料中のマイクロプラスチックはほぼ一様に分布しており、沿岸や河口域からの距離との明瞭な関係は見られなかった。有明海熊本沖11測点におけるマイクロプラスチック含有量（堆積物乾燥重量1 kgあたりのマイクロプラスチック個数）の平均値は、29 pieces kg^{-1}であり、東京湾運河部のマイクロプラスチック含有量（約8000 pieces kg^{-1}）よりも顕著に少なかった。有明海熊本沖（120 km^2）のマイクロプラスチックの堆積量を概算したところ、5×10^9から2×10^{10}個 yr^{-1}と見積もられた。このことは比重が1よりも小さなマイクロプラスチックが比較的速やかに堆積物に除去されていることを示した。

キーワード：マイクロプラスチック、海底堆積物、有明海
Keywords: Microplastics, Marine sediments, Ariake Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

本セッションは、陸と海の両方から復元される古環境情報とモデル研究の統合を目指し、数年からテクトニクスが関わる時間スケールまでの古環境変動やイベントに関わる研究を取り扱う。陸域・海域、時代、手法を問わず幅広い内容の発表を歓迎し、中・長期の気候・環境変動に関連する幅広い研究分野との一層の連携促進を目指している。 通常の講演に加えて、現在・未来の気候と地球環境変動をPaleo視点から俯瞰する特別企画を設け、今後の古気候・古海洋研究の方向性を考えていきたい。研究分野の垣根を超え、連合大会ならではの活発な交流の場となることを期待する。

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

Orbital-scale changes in redox condition and biogenic silica/detrital fluxes of the Jurassic Radiolarite: Possible link with glaciation?

*池田 昌之[1]
*Masayuki Ikeda[1]

1. 静岡大学
1. Shizuoka University

Orbital forcing has been shown to be a fundamental driver of climate change through both icehouse and greenhouse periods. To reveal the impact of orbital-forcing on the oceanic environment through a greenhouse-icehouse transition, we established ~ 4 Myr-long cyclostratigraphy of the Bajocian-Callovian (Middle Jurassic; ~ 160 Ma) Basal Radiolarites at the Torre De Busi and Corre Di Sogno sections in the Lombardian Basin, N-Italy. Stratigraphic changes in chertabundance (chert/shale thickness ratio) and color (darkness) of Radiolarites show hierarchal periodicities of 8 cm, 16 cm, 40 cm, 160 cm, and ~ 4 m, corresponding to ~ 20 kyr, 40 kyr, 100 kyr, 400 kyr, and ~ 1 Myr cycles based on the biostratigraphic age model. Black cherts in intervals with high chert abundance might reflect oxygen-depleted conditions due to orbital-scale high productivity. On the other hand, black cherts in intervals with low chert abundance (high detrital input) might reflect oxygen-depleted conditions, probably due to orbital-scale sea-level drop and stratification. On 40 kyr and 100 kyr cycles, the anoxic condition occurred in low chert abundance intervals across ~ 8 m above (~ 2 Myr after) the base of the Radiolarites. These results imply that the formation of the restricted basin resulted from tectonic and/or eustatic sea-level drop, which is consistent with increased black chert deposition and redox-sensitive elements abundances (Mo/TOC, Mo/U). Their out-of-phase relationships on the 405 kyr cycle throughout the sequence (~ 4 Myr-long) with increasing amplitude above −8 M level would be caused possibly by tectonic activity, or more likely by glacio-eustatic sea-level changes reported from sequence stratigraphy, similar to those of the Oligocene to Pliocene glacial cycles, but probably with less amplitude.

キーワード：氷室地球、温室地球、軌道周期
Keywords: icehouse, greenhouse, orbital cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析
Evaluation of hinterland weathering and paleoclimate of the Cretaceous strata in the Sichuan basin, central China

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2]
*Tenichi Cho[1], Hideaki Mantani[1], Tohru Ohta[1], Gang Li[2]

1. 早稲田大学、2. 南京地質古生物研究所
1. Waseda University, 2. Nanjing Institute of Geology and Paleontology

Reconstruction of paleoclimate during the Cretaceous Period is important for the understanding of the Earth system operating during the greenhouse conditions. However, information of paleoclimate from continental inland-basins is scarce compared to continental margin marine-basins. This situation is also true in the Asian continent; Cretaceous ecosystem and paleoclimate data are accumulating in the Pacific side, while those of the Asian continental side is lacking. Paleoclimate conditions in Asian inland basins are considered to be equally important in order to elucidate the land-ocean climate system operated during the Cretaceous. In this regard, the present study investigates the geochemistry and clay mineralogy of the Cretaceous mudstones distributed in the Sichuan basin, central China, for the aim of paleoclimate evaluation. The depositional age of studied strata ranges from Berriasian to Maastrichtian. Sediments are mostly fluvial to lacustrine origin, however recently, a broad distribution of aeolian dune sandstones was identified from the Cenomanian to Turonian interval (Li et al., 2016). Before discussing hinterland weathering and paleoclimate, the effect of diagenesis was evaluated, which can alter the geochemical signatures of paleoclimate. The illite crystallinity index indicates that diagenetic effect was moderately high for the analyzed mudstones, and the degree of diagenesis has a high correlation with CaCO3 abundance. Accordingly, CaO wt% abundances are mostly of post-depositional carbonate origin, and thus, CaO derived from carbonates was subtracted from the following discussion of hinterland weathering evaluation. Geochemical weathering indices (e.g., W value) demonstrate a significant increase in hinterland paleoweathering from Berriasian (W=70) to Cenomanian-Turonian (W=95), and then slightly decrease towards the Maastrichtian (W=80). This fluctuation pattern of the weathering indices is concordant with the Cretaceous paleotemperature estimates (e.g., O’ Brien et al., 2017). Therefore, the present result suggests that the hinterland paleoweathering rate in the Sichuan basin was governed by the global temperature changes. The weathering index reached the maximum value of 95 in Cenomanian-Turonian stages. Furthermore, sediments of Cenomanian-Turonian horizons contained abundant kaolinite mineral, which is a product of hydrolysis decomposition of rock-forming minerals. Both lines of evidence suggest that the Sichuan basin was under the tropical and pluvious climate during the Cenomanian-Turonian. However, as mentioned before, the previous study identified aeolian sand dunes from the Cenomanian-Turonian strata. Note that Li et al. (2016) elucidated an arid climate from amalgamated sandstone facies, while the present pluvious climate interpretation is derived from the analysis of intervening piled mudstone facies. When these geological evidences are integrated together, it is reasonable to suggest the development of an alternating pluvious and arid paleoclimate during the Cenomanian-Turonian. The nature and trigger of this extremely oscillating pluvious/arid climate cannot be deduced solely from the present study. However, the timing of this renewed climate system matches with the Cretaceous greenhouse optimum (Cenomanian-Turonian). The development of monsoon-like pluvious/arid paleoclimate in the Sichuan basin is possibly related to the mid-Cretaceous re-configuration in the global climate system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：白亜紀、大陸風化、河川堆積物、砂漠堆積物、XRF、W値
Keywords: Cretaceous, Continental weathering, Alluval deposits, Desert deposits, XRF, W index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

Productivity-induced lacustrine bedded chert formation in the Eocene Green River Formation

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5]
*Ryusei Kuma[1], Hitoshi Hasegawa[2], Koshi Yamamoto[1], Hidekazu Yoshida[1], Masayuki Ikeda[3], Nagayoshi Katsuta[4], J. Whiteside[5]

1. 名古屋大学、2. 高知大学、3. 静岡大学、4. 岐阜大学、5. Southampton大学
1. Nagoya University, 2. Kochi University, 3. Shizuoka University, 4. Gifu University, 5. Southampton University

海成堆積物起源の層状チャートは，放散虫などの珪質殻を主体とし，その層厚変動は地球軌道要素変動に伴う海洋表層生産量変動（Hori et al., 1993）や陸域ケイ酸塩風化（Ikeda et al., 2017）を反映すると考えられている．一方，珪質な殻が保存されていないにも関わらず，湖成堆積物中にも層状チャートがしばしば報告されている（Eugster, 1967; Hesse, 1989）．湖成チャートの場合，シリカの沈殿にはpH9辺りで変動する湖水のアルカリ度が重要であると考えられており，その成因についてはいくつかのメカニズムが提唱されている．例えば，高アルカリ環境の湖水中で多量に溶存したシリカ成分が，季節的な雨水や河川水の流入によって湖水のpHが低下し，シリカ溶解度が減少することによって沈殿するという説がある（Eugster, 1967）．他にも，湖表層での藻類生産もしくは湖底での有機物分解に伴い，湖水のpHが変動することでシリカの溶解ー沈殿が起こるという考えも提案されている（Behr and Rohricht, 2000）．しかしながら，湖成チャートに藻類化石が濃集した証拠はまだ示されていない．

本研究では，米国中西部に広く分布する始新世前期ー中期の湖成層であるグリーンリバー層中に特徴的に見られる層状チャートに着目し，その形成環境や形成メカニズムを検討した．ユタ州北東部のIndian Canyonセクションの野外調査の結果，層状チャートはグリーンリバー層上部の蒸発岩を狭在する低湖水位期のドロマイト卓越層準で見られ，ドロマイト層と明瞭に互層して5-10 cm間隔で周期的に介在していた．採取したチャート層とドロマイト層の境界部に対して，走査型X線分析顕微鏡（SXAM）を用いた主要元素のマッピング分析や，蛍光顕微鏡を用いた有機物組成の観察を行った．その結果，ドロマイト層中にCaが，チャート層にSiが濃集しており，1-2 cm間隔で互層する両岩相の境界で明瞭な元素濃集が見られた．また，Si濃集部には良く蛍光を発する有機物の球状殻が密集しており，その大きさも直径約30-40 μmと良く揃っていた．始新世前期の湖には，珪藻がまだ広く分布しておらず，球状殻はグリーンリバー層から多産する*Bottryococcus braunii*のような緑藻類の可能性が高い．湖成チャートのSi濃集部に，藻類起源有機物が特徴的に密集していることは，チャートの成因に藻類起源有機物が関与していることを示唆する．

グリーンリバー層の堆積当時は周辺の活発な火山活動に伴い，湖水のアルカリ度は高かったと考えられている．高アルカリな湖水に溶存していたシリカが沈殿するメカニズムを考えると，藻類起源有機物の堆積後の分解により，有機物密集部で有機酸やCO_2が生じて間隙水中のpHの低下を引き起こし，その結果としてシリカ沈殿が起こったと考えられる．すなわち，湖成チャートの成因として，湖生物生産量変動が関わっていると考えられる．上述したようにグリーンリバー層に見られる層状チャートは1-2cm及び5-10 cm間隔で周期的に介在している．狭在する凝灰岩の放射年代（Smith et al., 2008）などから同層の堆積速度は10-15 cm/kyrと推定されており，層状チャートの堆積は約67-200年周期と約333-1000年周期であると見積もられる．したがって，グリーンリバー層の湖成チャートは，百年スケールの湖藻類生産量の変動を反映している可能性がある．

キーワード：湖成層、始新世、生物生産、チャート、シリカ、pH
Keywords: lake sediments, Eocene, productivity, chert, silica, pH

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

Extraction of the sedimentary cycles and application of cyclostratigraphy to the Middle Miocene Onnagawa Formation in Yashima District, Akita Prefecture, Japan

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介
*Jumpei Yoshioka[1], Ryuji Tada[1,3], Kenji Marc Raymond Matsuzaki[2], Toshihiro Tada[1], Aki Sakuma[1], Yusuke Umemiya[1], Shunsuke Kurokawa

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3. 雲南大学
1. Department of Earth and Planetary Science, the University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 3. Yunnan University

新生代は寒冷化の時代であり、3つのステップで寒冷化が進行したことが底生有孔虫酸素同位体比記録から知られている。そのうち、中期中新世の寒冷化に際しては、北太平洋沿岸において珪藻が大量に堆積して形成された、有機物に富んだ珪質な堆積物が広く分布している。女川層もその１つで、珪質で硬いポーセラナイトと砕屑物を多く含み比較的軟らかい泥岩がm-スケールの有律互層を形成している。また、一部の珪質度の高い層準では、cm-スケールの黒色バンドの存在も報告されている。しかし、これらの形成年代や要因については詳しくはわかっていない。

本研究では、秋田県矢島地域に見られる女川層に対して、細かい年代目盛りを入れるために、m-スケールの堆積サイクルを作り出す原因が生物源シリカの含有量変動である事を示し、その変動周期を用いて、サイクル層序の適用を試みた。

まず、野外調査によって層厚約130mの詳細で連続な統合柱状図を得た。また、岩相の違いにより下位からUnit A (石灰質泥岩と泥岩の有律互層)、Unit B (泥岩中に周期的に珪質岩が挟まれる)、Unit C (珪質泥岩中により硬い珪質泥岩が挟まれる)、Unit D (cm-スケールの黒色バンドをもつ泥質ポーセラナイト)、Unit E (珪質泥岩及び硬質珪質泥岩)の5つの岩相ユニットに区分した。このうち、珪質岩が明確な周期性を示すUnit B, Unit C, Unit Dについて、その珪質度（silica rank）の変動として堆積サイクルを検出した。Silica rankとは、野外において珪質岩をその硬さにより5段階で表したものであり、XRD分析によってその硬さが生物源シリカの含有量に依存することを確かめた。このsilica rankの変動について、Unit BとUnit Cの区間とUnit Dの区間とでは明らかに異なる周期的特徴を示しており、これらは岩相の変化に伴う堆積速度や地球軌道要素への応答の変化を記録していると考えられる。そこで微化石による年代制約を与えた上で、silica rankの変動周期を底生有孔虫の酸素同位体比δ^{18}O変動曲線と対比し、年代モデルの高精度化、高解像度化を図った。JpGUでは、その詳細について報告する。

キーワード：女川層、中新世、silica rank、サイクル層序
Keywords: the Onnagawa Fm., Miocene, silica rank, cyclostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序
Pliocene magneto–oxygen isotope stratigraphy from the Anno Formation, Awa Group, central Japan

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1]
*Yuki Haneda[1], Makoto Okada[1]

1. 茨城大学理学部
1. College of Science, Ibaraki University

The Pliocene climate is one of the best analogs for the climate of a globally warmer future. Here, we present a new Pliocene integrated chronostratigraphy from the Anno Formation in the uppermost Awa Group, which is distributed throughout the Boso Peninsula, central Japan, based on paleomagnetic and benthic foraminiferal oxygen isotope records. This new chronostratigraphy provides valuable constraints for paleoceanographic and paleoclimatic studies in the northwestern Pacific Ocean, where the number of paleoceanographic records is limited due to the lack of calcareous microfossils from deep-sea sediment cores, with the exception of some plateaus at water depths above the calcite compensation depth (CCD).

We performed progressive Alternating field and thermal demagnetizations for each specimen in order to remove secondary remanence. Additionally, we conducted thermomagnetic, low-temperature magnetic, magnetic hysteresis, and FORC analyses as rock-magnetic experiments to assess stability of paleomagnetic signal which specimens have acquired. The paleomagnetic and rock-magnetic experiments indicate that primary remanences are carried by magnetite in pseudo-single domain size as detrital remanent magnetization. The progressive AF demagnetization is, however, unsuitable to remove secondary remanence in specimens from polarity transitional horizons due to magnetically hard mineral, such as goethite. Therefore, thermal demagnetization is necessary to obtain primary remanence from the Anno Formation.

Paleomagnetic results by the thermal demagnetization indicate that the Anno Formation corresponds to the period extending from the Nunivak normal polarity subchronozone (4.493–4.631 Ma) to Chron C2An.2n (3.116–3.207 Ma). Although foraminifera are not found in the middle Anno Formation, our oxygen isotope records from the upper and lower Anno Formation demonstrate the recording of glacial–interglacial cycles. However, the amplitude of our $\delta^{18}O$ profile is much larger than that of the LR04 stack, with similar to slightly lower glacial values and much lower interglacial values. This trend is suppressed after 3.4 Ma. These observations imply that the bottom water had lower $\delta^{18}O$ values and/or a warmer water mass during interglacials until 3.4 Ma compared with global average deep-water regions.

キーワード：鮮新世、房総半島、安野層、底生有孔虫、酸素同位体層序、古地磁気層序
Keywords: Pliocene, Boso Peninsula, Anno Formation, Benthic foraminifera, Oxygen isotope stratigraphy, Magnetostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

Planktonic foraminiferal assemblage and paleoceanography of the Plio-Pleistocene sequence at IODP Site U1499 in the northern South China Sea

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1]
*Mizuki Kitamura[1], Akira Furusawa[1], Hiroki Hayashi[1]

1. 島根大学
1. SHIMANE University

The South China Sea (SCS) is a marginal sea located in the tropical zone of the western Pacific with an average depth of ca. 1,140 m. The East Asian monsoon affects the climate system in this area by the prevailing seasonal winds. Such influence of the East Asian monsoon is expected to be stronger during the glacial period and weaker during the interglacial period.
During Internatinal Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 367, drilling of Site U1499 was conducted near the outer shelf of the northern SCS in 2017. As an onboard result of this site, sediments from Oligocene to Present were recovered and the upper sequence especially contains abundant foraminiferal fossils. The purpose of the present study is to clarify temporal changes of planktonic foraminiferal assemblage in the northern SCS from approximately 4 to 1 Ma.
As a result, 80 species belonging to 19 genera of planktonic foraminifera were detected. According to multivariate analyses of the foraminiferal assemblage, we determined the temporal change into four stages: Stage A (ca. 4.1 to 3.4 Ma), Stage B (ca. 3.4 to 1.8 Ma), Stage C (ca. 1.8 to 1.45 Ma) and Stage D (ca. 1.4 to 1 Ma). During Stage A, SCS had been stratified by oligotrophic tropical surface water and relatively cold subsurface water with a shallow thermocline. At the next Stage B, the thermocline was deepened and SCS was occupied by a subtropical oligotorophic water. In turn, the thermocline shoaled and subsurface species of planktonic foraminifera were increased during the Stage C. After that, the Stage D is characterized by alternative changes between subtropical surface components and cold-temperate components caused by the glacial-interglacial changes.

キーワード：南シナ海、浮遊性有孔虫、鮮新世、更新世、国際深海科学掘削計画
Keywords: South China Sea, Planktonic foraminifera, Pliocene, Pleistocene, International Ocean Discovery Program

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

Reconstruction of the surface water mass fluctuation during the late Pliocene to early Pleistocene based on planktonic foraminiferal fossils from the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Scinece and Engineering, Ibaraki University

本研究では2.3Ma以降の層準について群集解析を行い，NHGの影響は本当に一時的なものであったのか，また氷期-間氷期サイクルによって表層水塊はどのように変化していたのか明らかにすることを目的とする．浮遊性有孔虫化石の群集解析は2.2-3.0 Ma間の57層準で13属61種を同定した．環境指標となる種の産出頻度の変化から6つのPhaseに分けた．その中でも特徴的なPhaseとしては3つ挙げられる．

Phase Ⅱ（2.75Ma~2.65Ma）：混合水域種が最大50%まで増加するため混合水の影響が強い寒冷な環境であった．

Phase Ⅴ（2.42 Ma～2.35Ma）：黒潮種が本研究で対象とした期間で最も高い40%程度まで増加し温暖であった．

PhaseⅥ（2.35Ma~）：混合水域種が振幅を繰り返しながら50%程度まで増加していく．このため徐々に寒冷化が強まると考えられる．

この様に2.7Ma以降，一方的に寒冷化が進むのではなく黒潮が強まる時期を挟んで2.35Maから再び寒冷化が起こる．また氷期ー間氷期に対応した群集の変化も見られた．

キーワード：浮遊性有孔虫群集、千倉層群、北半球氷河化作用
Keywords: Planktonic foraminiferal assemblages, Chikura Group, Northern Hemisphere Glaciation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3]
*Waka Fujii[1], Masayuki Hyodo[1], Shigehiro Katoh[2], Yosuke Miyairi[3], Haruka Yamaguchi[1], Yusuke Yokoyama[3]

1. 神戸大学、2. 兵庫県立人と自然の博物館、3. 東京大学
1. Kobe University, 2. Hyogo Museum of Nature and Human Activities, 3. University of Tokyo

Elucidation of the mechanism of global warming in the geological time is important, which may lead to understanding of the present global warming. In this study, we conducted paleoenvironmental analyses of sediments to reveal the rapid climate changes across the warmest interval in the Marine Isotope Stage (MIS) 19 interglacial, which is known as an orbital analogue of the Holocene. In particular, we aim at elucidating the mechanism of the repeated bioproductivity proxy (Ca/Ti ratio) changes dominated by bicentennial cycles for a span from about 777 to 775 ka, which was observed in core TB2 from the Chiba Section. Focused on the time span, we conducted pollen analyses using the Osaka Bay 1,700 m core with abundant pollen fossils, and measurements of ^{10}Be using core TB2. Both cores are stratigraphically correlated with the centennial to millennial scale resolution. The result of pollen analyses revealed that the proportion of evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), a warm proxy, began at about 777 ka to increase with bicentennial oscillations, followed by a sudden drop within 1 kyr. These changes are quite consistent with those in the bioproductivity in core TB2. Therefore, the bioproductivity changed affected by the climate. The ^{10}Be content, an index of the galactic cosmic ray flux, generally showed similar changes with the bioproductivity except some intervals, one of which showed a large disagreement between the ^{10}Be flux and the bioproductivity, coincided with the iceberg discharge event in the North Atlantic. These results suggest that the centennial-scale bioproductivity changes observed in core TB2 probably reflect climate variations, and may be affected by solar activity. Solar activity can affect climate through galactic cosmic rays that control the low cloud (Svensmark effect), in addition to the direct influence through solar radiation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析
Development of new-paleoceanographic proxies based on oxygen isotope analysis of sponge spicule

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3]
*Hitomi Uchimura Wakaki[1], Akira Ijiri[2], Minoru Ikehara[1], Sangmin Hyun[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. Korea Institute of Ocean Science & Technology
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Korea Institute of Ocean Science & Technology

有孔虫殻の酸素同位体比は海水と炭酸塩間の同位体分別により主に水温に依存し値が変化するという特徴から、古水温の推定や氷期-間氷期サイクルの認定など、古海洋学においては重要な古環境指標として利用されている。しかし、有孔虫殻は炭酸塩保障深度より下位の深度帯では化石として保存されないため、炭酸塩補償深度以深の水塊の酸素同位体比データを得ることが不可能であった。そこで我々はこの問題を克服するために海綿骨針に着目した。海綿動物の中でもケイ酸塩の骨針を持つガラス海綿類の骨針は海洋堆積物中に化石として豊富に産出する。様々な水塊に応じた海綿骨子の酸素同位体比データを集約することで深海の古海洋プロキシとして応用できると期待される。本研究は、天然の海綿骨針の酸素同位体比が温度依存性を有するかどうかを明らかにすることを目的としている。

本研究では産業技術総合研究所が2008年にGH08航海で採取した沖縄海域の表層堆積物サンプルを使用した。GH08では浅海域から深海域 (水深216 mから2679 m)までの炭酸塩補償深度以浅の連続的な水深で多くの表層堆積物が得られているだけでなく、それぞれの採泥地点で海水も採取しているため、海水と底生有孔虫、そして海水と海綿骨針の酸素同位体分別をそれぞれ評価し比較することができると考えられる。試料は海底表層堆積物サンプルの表層0-2cmを分取し、250メッシュの篩上で洗浄した後、40℃の恒温乾燥機で乾燥させた。このサンプルから、底生有孔虫は*Cibicidoides* sp. と *Cibicidoides wuellerstorfi*の2種を拾い出し、IsoPrimeを用いてリン酸分解法で酸素同位体比を分析した。海水の酸素同位体比はLiquid Water Isotope Analyzer (LWIA)によりレーザー分光法で分析を行った。また、海綿骨針は顕微鏡下で拾い出し、骨針表面の有機物や微細構造に入り込んだ炭酸塩粒子を取り除くために過酸化水素と塩酸で酸処理を行い、十分に洗浄した後に乾燥させた。海綿骨針はiHTR (inductive high-temperature carbon reduction: 誘導高温炭素還元) とCF-IRMS (continuous-flow isotope ratio mass spectrometry: 連続フロー型質量分析法)を組み合わせた高周波誘導加熱法 (Ijiri et al., 2014)により酸素同位体比分析を行った。

現在までの分析の結果、沖縄表層堆積物中の底生有孔虫の酸素同位体比は水温と負の相関があり、温度依存性があることがわかった。この結果は先行研究 (Marchitto et al., 2014)とも相違がなく、本研究地の底生有孔虫の酸素同位体比結果がリファレンスとして適当であることが確認できた。海綿骨針は、いくつかのサンプルにおいては底生有孔虫の酸素同位体比とのよい相関関係が見られ、珪藻骨格の酸素同位体比を測定した先行研究 (Brandriss et al., 1998, Moschen et al., 2005) と同調する結果が得られた。しかし、異常に重い値を示すサンプルも存在した。これらの値の妥当性を評価するため、酸処理過程の見直しを含む追加実験によって適切な分析手法を確立する課題が残った。

キーワード：海綿骨針、底生有孔虫、酸素同位体比、温度依存性
Keywords: sponge spicule, benthic foraminifera, stable oxygen isotope, temperature dependence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置
A system for automatic collection of specific microfossil species using a deep learning classification

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4]
*Takuya Itaki[1], Yosuke Taira[2], Naoki Kuwamori[2], Toshinori Maebayashi[3], Satoshi Takeshima[4], Kenji Toya[4]

1. 産業技術総合研究所、2. 日本電気（株）、3. （株）マイクロサポート、4. 三谷商事（株）
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. NEC Corporation, 3. Microsupport Co.Ltd, 4. Mitani-Corporation

微化石の骨格に含まれる微量元素や同位体比を測定する際，分析に必要な量を同一種のみで拾い出すのには大きな労力と時間を要する．特に放散虫のような小型の微化石を種毎に分析することは現実的ではなく，これまでに報告例の無い未知の領域であったと言える．しかし，近年，人工知能の学習手法のひとつであるディープラーニングの進歩に伴い機械による微化石種の同定精度が飛躍的に向上した．また，マイクロマニピュレーターで微小粒子を自動的に拾い出すシステムが実用化された．これらの技術を融合すれば，任意の微化石種を大量に集積することが可能なはずである．そこで本研究では，マイクロマニピュレーターを備えた電動X-Yステージ付き顕微鏡にディープラーニングを実装し，微化石の同定および拾い出しを自動化した．ディープラーニングの分類モデルには大量の教師画像を必要とするが，本システムで自動的に取得される個別粒子の切り出し画像は教師データ構築の効率化にも有効である．また，微化石に限らず鉱物などの様々な微小粒子にも応用することが出来，今後の発展が期待される．

キーワード：微化石、人工知能、自動分類
Keywords: Microfossil, AI, Automatic classification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4]
*Stephen Obrochta[1], Wataru Miwa[1], Kotaro Shirai[2], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Jody Webster[2,3], Albert Hine[4]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学海洋研究所、3. シドニー大学、4. 南フロリダ大学
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. University of Sydney, 4. University of South Florida College of Marine Science

Previous work exploited the unique mixed carbonate-siliciclastic environment of Northeast Australia to identify the timing of changes in off-shelf sediment transport with respect to sea-level variation. Because sediment transport from the continental shelf to slope is strongly controlled by the presence/absence of a rimmed morphology, this provides a means for indirectly estimating the age of the Great Barrier Reef (GBR). Preliminary results indicate that a change in the timing of maximum off-shelf terrigenous sediment accumulation occurred during the glacial termination of MIS 20. This in turn suggests that an effective barrier morphology was emplaced during the MIS 21 interglacial. Instead of being deposited directly to the continental slope by incised rivers, terrigenous material first accumulated behind the barrier during the MIS 20 sea-level lowstand and was then redoposited as rising sea level reflooded the shelf.

Here we present initial results attempting to understand if and how changing environmental conditions promoted enhanced reef growth. The results include a higher-resolution isotope stratigraphy for improved chronological control, additional terrigenous mass accumulation rate measurements, and initial results of Mg/Ca analyses, which allow for calculating sea surface temperature changes and the oxygen isotopic composition of sea water that is expected to better resolve glacial-interglacial cycles. In the future we expect to add additional information from micro and/or nanofossil faunal assemblage data.

キーワード：珪質の砕屑性堆積物–炭酸塩堆積物の混合システム、グレートバリアリーフ
Keywords: Mixed Carbonate-Siliciclastic Sedimentary Systems, Great Barrier Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2]
Sarah McDonlad[3], Jonathan Tyler[3], *Stephen Obrochta[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Kosuke Ota[2]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. アーデレード大学地球科学部
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. Department of Earth Sciences, The University of Adelaide

The East Asian Summer Monsoon controls the timing and amount of rainfall for around a third of the world’s population. An understanding of past changes in monsoon strength is thus crucial for placing current events in context and for characterising future climate risk. Whilst many monsoon records have been developed for continental Asia, fewer records exist from the north-eastern edge of the monsoon region. We present a new monsoon record for central Japan based on an 8,000-year lacustrine sedimentary sequence from Lake Motosu, located at the northern foot of Mt Fuji. Lake Motosu is a hydrologically closed lake and is therefore expected to be sensitive to changes in monsoon strength. Additional macrofossil radiocarbon dates are used to refine an existing high-fidelity age model. This age model is then applied to constrain the timing of changes in bulk sediment geochemistry (TC, TN, C/N, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$) and the oxygen isotopic composition of sedimentary cellulose ($\delta^{18}O$). Changes in sediment chemistry reflect shifts in the sources of organic matter to the sediments, variations in lake hydrology and changes to the local catchment. In turn, these changes are linked to regional variations in monsoon strength. However, their interpretation is complicated by the impact of local seismic and volcanic activity.

キーワード：モンスーン、本栖湖、地球化学
Keywords: monsoon, Lake Mostosu, geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

Environmental changes in northern Mongolia in During the Late Pleistocene: chemical analyses of lacustrine sedimentary sequences in Darhad basin

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4]
Yumiko Ohno[1], Sayuri Naito[1], *Nagayoshi Katsuta[1], Takuma Murakami[3], Shinya Ochiai[2], Noriko Hasebe[2], Shin-ichi kawaka[4]

1. 岐阜大学教育学部、2. 金沢大学環日本海域環境研究センター、3. 公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4. 岐阜聖徳学園大学教育学部
1. Faculty of Education, Gifu University, 2. Institute of Natural and Environmental Technology, Kanazawa University, 3. Horonobe Research Inst. for the Subsurface Environment, 4. Faculty of Education, Gifu Shotoku Gakuen University

新人（*ホモ・サピエンス*）の分布がアフリカからユーラシアに拡大したのは、約60～50 ka（1 ka = 1000年前）と考えられ、アラビア半島からバイカル湖に至る北ルートは、ユーラシア拡散の主要な移動経路とひとつとされている（Goebel 2007）。新人がバイカル湖周辺に到達したのは約45～35 kaとされており、新人と旧人が交錯した場と時代の陸域環境復元は、人類進化の理解の上で不可避な課題である。こうした背景のもと、本研究はモンゴル北部・ダラハド盆地の湖成層の化学分析を行い、過去120 kaの環境変動復元を行った。

分析試料コアは、ダラハド国際掘削計画（DDP-2010）で採取された長尺コアDDP10-3（全長164.5 m、海抜1500.4 m）である（Krivonogov et al. 2012）。本研究では、非破壊μ-XRF測定用として連続採取された長さ1 mのUチャンネルコア試料と、バルク分析用として3 cm毎に分取された試料がそれぞれ用いられた。Uチャンネル試料は、凍結乾燥後に樹脂で固化し、研磨剤で平滑化した切断面を層準に沿ってμ-XRF連続測定を行った。得られたXRF画像データは、層理面に沿って一次元データに変換された（Katsuta et al. 2003, 2007）。一方、バルク分析については、約160 試料を凍結乾燥した後、メノウで粉砕混合したものを準備し、ガラスビード法・XRF-WDとXRD定量分析により、主要元素と構成鉱物の含有量が求められた（Katsuta et al. 2017; Murakami et al. 2010）。また、堆積物の粒径分析は、堆積物の粒度分析は、レーザー回折・散乱法で行われた。DDP10-3の堆積年代は、深度16.5 mまでが土壌と植物片の^{14}Cで、深度16.5 m以深を古地磁気年代層序により決定し、平均堆積速度は1.13 m/kyr、過去約120 kaの堆積記録と推察される。

過去120 kyrの記録は、約90～75 kaと約40～15 kaで顕著な炭酸塩の欠乏が認められる。ダラハド盆地は、盆地北西部のShishhid渓谷における山岳氷河の発達により、氷期に氷河堰止湖（氷河湖, 水深約200 m）の形成が地形調査で確認されており（Krivonogov et al. 2012）、今回得た2つの期間は寒冷化に伴う山岳氷河の発達とそれに伴う氷河湖成立を意味する。約50～10 ka におけるMn含有量の増加は、寒冷化に伴う鉛直混合の強化で、溶存酸素濃度の増加によって説明することができ、氷河湖成立を支持する。一方で、堆積物中の粒度は、約75～15 kaで一時的に粗粒化を示し、数千年間隔で生じた北大西洋地域のダンスガード・オッシュガー（DO）サイクルやハインリッヒ（H）イベントとおおよそ対比することができる。ダラハド盆地を含むモンゴル北部からバイカル湖における山岳地帯には、最終氷期に氷河が発達し、それらの一時的な融解によって、流域から砕屑物が流入してくることが知られている（Katsuta et al. 2018）。したがって、堆積物中の粒度変動は、DOサイクルやHイベントのような数十年で約10˚Cの急激な温暖化に伴う山岳氷河融解を意味するものと考えられる。退氷期におけるDDP10-3堆積物には、約13.8 ka以降から方解石の年縞が発達する。これは、湖水位が低下し、塩濃度が上昇したことに起因しており、その年縞計数は約270枚（年）であった。従って、大陸内における最終氷期から完新世への移行は、氷床や深海コアで観察される14.8～11.5 ka（3200年）に比べて急激に生じたと推察される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：モンゴル北部、lacustrine、氷河湖
Keywords: north Mongolia, sediment, paleoglacial lake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

Paleoenvironmental changes recorded in Orog Lake, southwestern Mongolia during MIS 3 and its relationship with *Homo sapiens*' s migration into northern Asia

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9]
*Hitoshi Hasegawa[1], Nanase Noma[1], Nagayoshi Katsuta[2], Masafumi MURAYAMA[3], Toru Tamura[4], Masami Izuho[5], Niiden Ichinnorov[6], Davaasuren Davaadorj[7], Noriko Hasebe[8], Miho Sasaoka[9], Masao Iwai[9]

1. 高知大学理工学部、2. 岐阜大学教育学部、3. 高知大学農林海洋学部、4. 産業総合研究所地質情報研究部門、5. 首都大学東京人文社会学部、6. モンゴル科学アカデミー、7. モンゴル国立大学、8. 金沢大学環日本海域環境研究センター、9. 高知大学海洋コア総合研究センター
1. Faculty of Science and Technology, Kochi Univ., 2. Faculty of Education, Gifu Univ., 3. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi Univ., 4. Geological Survey of Japan, AIST, 5. Faculty of Social Sciences and Humanities, Tokyo Metropolitan Univ., 6. Mongolian Academy of Sciences, 7. National University of Mongolia, 8. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ., 9. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi Univ.

An aim of the present study is to understand detailed paleoenvironmental changes in Mongolia, situated at a key crossroad for *Homo sapiens*'s migration between central, eastern, and northern Asia during the Initial and Early Upper Paleolithic (IUP-EUP). Available archaeological evidences have suggested the emergence of IUP at around ca. 45-40 ka (e.g., Zwyns *et al.*, 2014; Rybin *et al.*, 2016; Izuho *et al.*, 2018). However, yet the paleoenvironmental changes of this period in Mongolia is largely unclear, preventing us to understand whether the possible environmental changes were significant as a major driving forth for modern human' s lifeway.

In this paper, we present a new record of paleoenvironmental changes in southwestern Mongolia during MIS 3. In January 2017, we took two parallel cores (OROG01, 24 m; OROG02, 21 m) from Orog Lake, a shallow saline lake located in northwestern margin of Gobi Desert. The high-resolution major and minor element composition changes were obtained using μXRF core scanner (Cox, Itrax) at Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. Based on the preliminary results of OSL and 14C age dating, basal age of sediment core OROG01 yielded ca. 38 ±4 ka, nearly accordant with the basal age of ~45 ka reported in the previous study (Yu *et al.*, 2019). On the basis of our high-resolution elemental composition data, in conjunction with previous sedimentological and palynological data (Yu *et al.*, 2019), the paleoenvironments of southwestern Mongolia were more humid with higher lake levels during MIS 3 than Holocene. Our results also suggest periodic and higher amplitude paleoenvironmental changes in this region, which likely correspond to Dansgaard-Oeschger events. This new record would allow us to discuss potential relationship between paleoenvironmental changes and ecosystem changes in Mongolia during the IUP-EUP.

キーワード：湖底堆積物、塩湖、古環境変動、ダンスガードイベント、ホモ・サピエンス、上部旧石器時代初期および前期
Keywords: Lake sediments, Saline lake, Paleoenvironmental changes, Dansgaad event, Homo sapiens, Initial and Early Upper Paleolithic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

Reconstruction for water-mass structure of the Okhotsk Sea for the past 1.5 million years based on radiolarian assemblages

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1]
*Tatuya Sakamoto[1], Yusuke Okazaki[1]

1. 九州大学 理学部 地球惑星科学科
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University

北太平洋中層循環の一部である北太平洋中層水（NPIW）は北太平洋で形成される最も重い水塊であることから，海洋・気候の長期変動へ関与していることが示唆されてきた。NPIWは、北半球最南端の季節氷域であるオホーツク海を起源域としている。オホーツク海の海氷は、主に北西陸棚域で形成され、季節風により北海道沖まで南下する。海氷形成時にブライン（高塩分水）が排出され、陸棚から中層へと沈み込み、NPIWの起源水であるオホーツク海中層水（OSIW）を形成する。OSIWの特徴は、低温で酸素に富み、陸棚域から直接中層水に輸送される豊富な有機物を含んでいることである。放散虫は生物源オパールの骨格を持つ動物プランクトンで海洋表層から深層まで多様な種が生息している。*Cycladophora davisiana*は、OSIWに多産する放散虫種である。最終氷期に*C. davisiana*は、高緯度外洋域で汎世界的に多産することが知られており、低温で酸素に富む中層水の指標として注目されてきた。本研究ではオホーツク海で採取された海底堆積物試料中（MD01-2414, 53˚11.77’N, 149˚34.80’E, 水深1123 m）の放散虫群集組成に基づき、過去150万年間におけるオホーツク海の水塊構造、特にOSIWの変動を復元することを目的とした。MD01-2414コア試料の23層準の試料を放散虫群集解析に用いた。観察用スライドは、試料の乾燥重量を量り、過酸化水素処理後、>45 μm分画を光硬化樹脂で封入して作成した。放散虫群集解析の結果、以下の知見を得た：（1）放散虫総個体数は、間氷期に増加し氷期に減少し、間氷期では氷期よりも１桁から２桁の差で多かった。；（2）OSIWの指標である*C. davisiana*は、間氷期に増加し氷期に減少する傾向があった。ただし、間氷期のなかで酸素同位体ステージMIS 11と31では*C. davisiana*の産出量が顕著に少なかった。MIS 11と31は特に温暖な間氷期として知られており、当時のOSIW形成が弱化・停滞していたことが示唆された；（3）北太平洋域の放散虫年代指標種が4種出現し（*Amphimelissa setosa*, *Axoprunum aquilonium*, *Lychnocanomma sakaii*, *Spongodiscidae* sp.）、MD01-2414コアの年代を制約できた。（4）生物生産量指標種である放散虫種*Ceratospylis borealis*の産出量は間氷期で多く、氷期で少なかった。

キーワード：放散虫、オホーツク海、中層水、海氷
Keywords: Radiolarian, Okhotsk Sea, Intermediate water, Sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3]
*Kazuki Egashira[1], Yusuke Okazaki[2], Tatsuhiko Sakamoto[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 三重大学
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University , 3. Mie University

Silicoflagellate is a phytoplankton with a skeleton of biogenic opal. There are two major genera for modern silicoflagellates: *Dictyocha* mainly dwelling in tropical to temperate regions and *Stephanocha* mainly dwelling in subarctic region. The *Dictyocha*/*Stephanocha* ratio has been used as a paleotemperature proxy. Earth’s climate for the past 800,000 years is characterized by the glacial and interglacial cycles with a frequency of 100,000 years. Oxygen isotope ratios of benthic foraminifera mainly reflect continental ice-sheet volume fluctuations, lighter in the interglacials and heavier in the glacials. This fluctuation is called as Marine Isotope Stage (MIS), odd numbers correspond to interglacials and even numbers correspond to glacials. Among the interglacials, the oxygen isotope ratios were lighter than that of the present: MIS 5e (120,000 years ago), 9 (330,000 years ago), and 11 (400,000 years ago). Pollen assemblages in Lake El’gygytgyn sediment from the Far East Russiat in the Arctic Circle indicates pronounced warming during MIS 11. Because atmospheric carbon dioxide concentrations during the past interglacials were comparable to the preindustrial level, it is important to know the status of warming climate during interglacials. The purpose of this study is to reconstruct sea-surface conditions of the Okhotsk Sea during the past interglacials based on silicoflagellate assemblages preserved in sediments. By comparing silicoflagellate assemblages during MIS 1, 5e, 9 and 11, we test the extent of warming during interglacials. The Okhotsk Sea is a marginal sea of the western North Pacific located south of Lake El’gygytgyn, known as southernmost sea-ice covered area in the Northern Hemisphere. A piston core YK07-12 PC-3B (water depth: 1049 m, core length: 14.09 m). Age model of core YK07-12 PC-3B is established by benthic foraminiferal oxygen isotope stratigraphy and the estimate bottom age is 450,000 years ago. Silicoflagellate assemblage analysis was performed by using sediment samples collected from sedimentary horizons corresponding to MIS 1, 5e, 9, and 11. For each interglacials, three samples from peaks of biogenic opal content, maximum calcium carbonate content and minimum benthic foraminiferal oxygen isotope ratio were picked up, consequently, a total of 12 samples were selected. 100 silicoflagellate specimens were counted for each slide under light microscope. Almost all encountered silicoflagellate species during core YK07-12 PC-3B microscopic observation were belonging to genus *Stephanocha*. During MIS 11, *Stephanocha speculum*(particularly, *S. speculum minuta*) was the most abundant silicoflagellate taxa. Because *Stephanocha speculum*is known as a representative silicoflagellate species in the subarctic Pacific dwelling cold and nutrient rich environments, this result indicates that there is no evidence of significant warming in the Okhotsk Sea during MIS 11. Another abundant silicoflagellate species in core YK07-12 PC-3B was *Stephanocha octangulata*, also known as subarctic taxa. This species was dominant during MIS 1 and 5e. Unique oceanic environments such as seasonal sea-ice coverage and influence of low salinity water originating from the Amur River may have influenced on the silicoflagellate assemblages of core YK07-12 PC-3B.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割
Role of wind stress and sea surface thermal forcing in the formation of the Atlantic meridional overturning circulation at the Last Glacial Maximum

*岡 顕[1]、外川 一記[1]
*Akira Oka[1], Kazuki Togawa[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

古気候モデル相互比較プロジェクト(PMIP:Paleo climate Model Intercomparison Project)では多くのモデルが地質学的データに反して、最終氷期最盛期(LGM:Last Gracial Maximum)における大西洋子午面循環(AMOC:Atlantic Meridional Overturning Circualtion)は現代に比べて'深く強い'という再現結果を示しており、またモデル間でもAMOCの強度に違いが見られる。先行研究では、LGMの気候においてAMOCの強弱を制御する要素として、南大洋の冷却、北大西洋の冷却、北大西洋の風応力の強化などが挙げられているが、各々のAMOCへの影響の相対的評価はなされていない。本研究ではこれらの影響を相対的評価することを目的とし、PMIP(PMIP2とPMIP3)の風応力と熱境界条件を海洋大循環モデルに与える様々な数値実験を行った。その結果、LGM実験において、南半球の熱境界条件がAMOCの強度に最も影響を及ぼすことと、南半球の冷却は'浅く弱い'AMOCの再現において必要条件であり十分条件でないことが示された。PMIPモデルのLGM実験における風応力と熱境界条件においても同様の傾向が示唆されたことから、多くのPMIPモデルがLGM実験において強いAMOCを示す原因として、LGM実験において南の冷却が不十分なことであり、それには現代実験における南の不十分な冷却とそれに伴う海氷アルベドフィードバックの過小評価などが考えられる。

キーワード：大西洋子午面循環、海洋大循環モデル、最終氷期最大期
Keywords: The Atlantic Meridional Overturning Circulation(AMOC), Ocean General Circulation Model(OGCM), Last Glacial Maximum(LGM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

Comparison of the Kuroshio during LGM simulated by an ocean general circulation model driven by multiple paleoclimate models

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3]
*Kensho Ichikawa[1], Haiyan Yang[2], Xinyu Guo[2], Yasumasa Miyazawa[3]

1. 愛媛大学 大学院 理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 独立行政法人海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science and Engineering,Ehime University, 2. Center for Marine Environmental Studies,Ehime University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

1．はじめに

日本周辺海域を流れる黒潮は日本や東アジアの気候形成に重要な役割を果たしている. 現代では,黒潮そのものは概ね安定的に存在しているが,より長い時間スケールで見れば激変する地球システムの一部であり,現代の安定的な姿も変貌する様子のワンシーンに過ぎない.最終氷期最盛期(LGM)と言われる約2万年前は現代と環境が大きく異なっており,氷床の発達による海水準低下,偏西風の南下,日射量の変化による大気海洋間の熱フラックスの変化が考えられる.そのため,当時の黒潮を推定する際は,上記の3要素を併せて考慮する必要がある.

武藤(2018)では上記の3要素を導入した海洋大循環モデルを用いて,LGM中の黒潮流路や流速を推定した.その結果,黒潮続流の南下と流量の減少が見られた.しかし,武藤(2018)は1つの古気候モデル(IPSL)を用いた計算から得られたものである.過去の黒潮をより高い再現度で推定するためには,より多くの古気候モデルを用いて同様の計算を行い,過去の平均的な黒潮を推定する必要がある.

今回はCNRM,GISS,MIROC,MRIを用いて同様の計算を行い,過去の黒潮の推定を行う.計算を行う前に黒潮の流路に影響を与えると考えられる風応力の渦度とスベルドラップ流量について比較した.

2．海洋大循環モデル

海洋大循環モデルはJAMSTECで開発された北太平洋海洋大循環モデル(Miyazawa et al, 2009)を使用した.モデル領域は,南緯30度から北緯60度,東経100度から西経70度である.解像度は,水平方向に1/4度,鉛直方向にσ座標系で21層である.初期値として年平均水温と年平均塩分を与え,外力として風応力および海表面熱フラックスを与えて駆動している.計算期間は40年間であり,解析には40年目の結果を使用した. 海水準低下は海洋大循環モデル内の水深を変化させることで対応した.LGMの風応力および海表面熱フラックスは,各古気候モデルのデータを使用することで対応した.

3．結果

IPSL,CNRM,GISS,MIROC,MRIの5つの古気候モデルの渦度を比較した結果,先行研究で使用されたIPSLに比べ他の古気候モデルはの位置が北寄りであった.先行研究よりの位置の変化と偏西風のピークの変化がおおよそ一致することが示唆されているため,渦度からIPSLが最も偏西風の南下が見られると考えられる.スベルドラップ流量を比較した結果,北緯24度における太平洋西岸のスベルドラップ流量の値がIPSLで最も低い値となった.渦度とスベルドラップ流量の比較から,IPSLを用いた計算結果が最も黒潮の流路の南下と弱化が見られると考えられる.

発表時には各古気候モデルを用い,推定されるLGMの黒潮について紹介する.

キーワード：最終氷期最盛期、黒潮、古気候モデル
Keywords: Last Glacial Maximum, Kuroshio, paleoclimate models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1], Xinyu Guo[1], Ayako Abe-Ouchi[2], Yasumasa Miyazawa[3], Sergey Varlamov[4], Wing-Le Chan[2]

1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3. Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Kuroshio, a strong western boundary current in the subtropical North Pacific, has strong influences on the climate of Japan and East Asia. Global sea level rises and falls when ice sheets and glaciers melt and grow. The Last Glacial Maximum (LGM, 21ka) is the most recent interval in Earth history when global ice sheets reached their maximum integrated volume. The expansion of the ice sheets at the LGM resulted in a sea-level lowering of about 130 m and a cold phase compared to present. Under the circumstance of sea level, Kuroshio did not bifurcate into the Japan Sea and form the Tsushima Current. As the sea level rises, the Tsushima Current flowed into the Japan Sea at about 10ka (Gallagher et al., 2015), and the sea-level reached the present level at 7ka~6ka (Zheng et al., 1994). However, how the Kuroshio and Tsushima Current pathway evolved in the conditions of different sea level and climate remains unclear.

In Okinawa and southern Korea, some archaeologists have found evidences of people drifting on the Kuroshio from Taiwan to northern regions. According to studies by Japanese anthropologists, the first person that set foot on Okinawa probably sailed there on bamboo rafts from Taiwan more than 30,000 years ago. However, this hypothesis needs more evidences because sailing across the Kuroshio is a difficult thing if the Kuroshio 30,000 years ago had the same surface velocity as present. Therefore, clarifying the strength and path of Kuroshio is also helpful to the understanding on human migration.

In this study, we used the model of Japan Coastal Ocean Predictability Experiment (JCOPE) to simulate the changes of the Kuroshio path under the combined influences of sea level, the air-sea heat flux, and wind stresses in five historical regimes (35ka, 30ka, LGM, 6ka, and 0ka). The meteorological and oceanic data are provided by the climate model MIROC4m (Chan et al., 2011) which is a fully coupled atmosphere-ocean general circulation model (AOGCM).

Keywords: Kurosio, Path, Evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

Temperature reconstruction in the late Pleistocene using fossil terrestrial snails and a stalagmite from an archaeological cave in Okinawa

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1]
*Ryuji Asami[1], Rikuto Hondoh[2], Ryu Uemura[3], Ryuichi Shinjo[3], Akihiro Kano[4], Masaki Fujita[5], Shinji Yamasaki[6], Hideko Takayanagi[1], Yasufumi Iryu[1]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学理学部、3. 琉球大学理学部、4. 東京大学大学院理学研究科、5. 国立科学博物館、6. 沖縄県立博物館・美術館
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 4. School of Science, the University of Tokyo, 5. National Museum of Nature and Science, 6. Okinawa Prefectural Museum and Art Museum

Freshwater snails are useful for a paleoclimate proxy. For example, stable oxygen isotope composition of mollusck’s aragonite shells depends on temperature and oxygen isotope composition of water at the time of their growth. The Ryukyu Island Arc, bounded by the East China Sea to the northwest and by the Pacific Ocean to the southeast, is an important area in climatology because its environment is highly associated with the East Asian monsoon (EAM), typhoon, and the Kuroshio current. However, terrestrial paleoclimate records such as tree rings and stalagmites are little in the Ryukyu Island Arc unlike the East Asia Continent. Meanwhile, Okinawa is widely known as a hotspot in archaeology and a lot of ancient remains and digs have been excavated for recent years. Sakitari Cave, where world’s oldest fishhooks were discovered, is one of the most famous archaeological sites in Okinawa.
In this study, fossil shells of a freshwater snail *Semisulcospira libertina* excavated at Sakitari Cave in Okinawa-jima were investigated. These samples were from two sediment layers dated to 13-16 ka and 23 ka in the cave. We measured stable carbon and oxygen isotope ratios and trace element concentrations at intervals of 1 mm along the growth direction of the snails to reconstruct seasonal temperature variations during the Last Glacial Maximum and the last deglaciation. To estimate paleo-temperature and -oxygen isotope composition of precipitation accurately, we also measured oxygen isotope composition of fluid inclusion water in a stalagmite collected near the archaeological site. Comparing with chemical composition of living *S. libertina* shells collected around the site, estimated annual mean temperature was about 8 ˚C and 6˚C lower at 23 ka and 13-16 ka than at the present. Summer temperature has largely increased from 23 ka to 13-16 ka relative to winter temperature, which is consistent with North Hemisphere insolation changes in summer and winter. Our results indicate that the increase of mean air temperature around Okinawa-jima was larger than that of seawater temperature in the northwestern Pacific Ocean during the last deglaciation. This inconsistency is a significant finding for better understanding of past climate changes associated with the East Asian Monsoon.

キーワード：貝化石、石筍、酸素同位体組成、古気温、沖縄、洞穴遺跡
Keywords: fossil snail, stalagmite, oxygen isotope composition, paleo-temperature, Okinawa, archaeological cave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係
Silicoflagellate and *Actiniscus* response to meltwater during the last deglaciation in the Alaska margin

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3]
*Asuka Tomokawa[1], Yusuke Okazaki[1], Jonaotaro Onodera[2], Keiji Horikawa[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3. 富山大学大学院理工学研究部(理学)
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 3. Graduate School of Engineer and Science, University of Toyama

珪質鞭毛藻は、生物源オパール骨格を持つ植物プランクトンであり、その化石群集は生層序や古環境復元に利用されている。現生の珪質鞭毛藻群集は、熱帯から温帯に生息するDictyocha属と亜寒帯から極域に生息するStephanocha属に大別され、その比（Dictyocha/Stephanocha比）が海表面水温と対応していることが知られている。Actiniscus pentateriasは生物源オパール骨格を持つ渦鞭毛藻類の一種で、低塩分水の指標として用いられる。アラスカ湾は、北東太平洋に位置し、西方のアラスカ半島と東方のアレクサンダー諸島の間に挟まれている。その沿岸域の出入りの多いフィヨルドは、最終氷期に北米大陸西部に存在したコルディレラ氷床が残した氷河地形である。本研究では、アラスカ湾堆積物中の珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻群集組成とコルディレラ氷床の融氷との関係を解明することを目的とする。2017年夏に学術研究船白鳳丸KH17-3航海においてアラスカ湾で採取されたKH-17 CL14コア（59° 33.350’ N, 144° 09.344’ E、水深695 m）を研究に使用した。CL14コア試料は、最終氷期以降の過去17000年間を記録していることが浮遊性有孔虫殻の放射性炭素年代測定によって示されている。CL14コア試料の層準は、最終退氷期における千年スケールの温暖イベントであるベーリングアレレード（BA, 14600-12900年前）と寒冷イベントであるヤンガードリアス（YD, 12900-11500年前）を完全に含んでおり、本研究では48層準を選び、スライドを作成した。作成したスライドを光学顕微鏡下で観察し、珪質鞭毛藻は1サンプルにつき100個体を同定・計数、渦鞭毛藻のActiniscus pentateriasは試料の乾燥重量当たりの個体数を計数した。出現した珪質鞭毛藻の分類を行い、Dictyocha属7種2亜種とStephanocha属4種を同定した。KH-17 CL14コアにおける珪質鞭毛藻群集組成は、YD以降にDictyocha属（低-中緯度）が全群集の約半数を占めた一方で、BAにStephanocha属（高緯度）の割合が増加し、特にStephanocha speculumが多産した。このことは、CL14コアのDictyocha/Stephanocha比が最終退氷期の温暖/寒冷イベントを単純に反映していないことを示唆している。また、渦鞭毛藻Actiniscus pentateriasの個体数はBA後半とYDの直後にピークを示し、低塩分化を示唆した。この低塩分化は、コルディレラ氷の融氷水による可能性が高い。この解釈は、BA後半とYD直後のActiniscus pentateriasの増加のタイミングが、それぞれ融氷水パルス1Aおよび1Bと一致することと矛盾しない。また、北太平洋高緯度域の生物生産がBAに増加することが報告されている。その理由としてLam et al. (2013) は、融氷水の流入が海洋表層の成層化を発達させることで光環境が改善したという説を唱えている。CL14コアの最も多く産出する珪質鞭毛藻群集種は、BA/YDを境にStephanocha speculum からDictyocha mandraiに移り変わった。現在のアラスカ湾においてStephanocha speculumは、高生物生産指標となることがTakahashi (1989) によって指摘されている。したがって、BAの高いStephanocha属の産出は、コルディレラ氷床の融氷に起因する高い生物生産に伴うものであろう。

キーワード：珪質鞭毛藻、アラスカ湾
Keywords: Silicoflgellate, Gulf of Alaska

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5]
*Kenta Suzuki[1], Masanobu Yamamoto[1,2], Brad Rosenheim[3], Takayuki Omori[4], Leonid Polyak[5]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、3. 南フロリダ大学海洋科学大学、4. 東京大学総合研究博物館、5. オハイオ州立大学バード極地研究所
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. College of Marine Science, University of South Florida, 4. The University Museum, The University of Tokyo, 5. Bard Polar and Climate Research Center, Ohio State University

Radiocarbon dating of biogenic carbonates, such as foraminiferal tests, is commonly used for dating marine sediments up to 50 ka old. However, in carbonate-poor environments, such as typical for polar seas, direct dating of carbonaceous material is difficult, while bulk organic matter (OM) may contain a mixture of carbon with different ages. Rosenheim et al. (2008) developed the ramped pyrolysis ^{14}C dating of the bulk OM based on incremental generation of CO_2 from a range of carbon fractions, from highly reactive to more thermochemically stable. Application of this approach to Southern Ocean sediments showed that ages of highly-reactive, lower temperature fractions were considerably younger than other fractions and the bulk ^{14}C age. In this study, we explore ramped pyrolysis ^{14}C dating in Arctic Ocean sediments from the Alaskan margin to determine if the same relationships hold true.
Samples were taken from two sediment cores collected on the 2005 HOTRAX expedition and comprising Holocene marine and older glaciomarine strata (Darby et al., 2009a). Several ^{14}C ages have been generated on the Holocene biogenic carbonates (Darby et al., 2009b). New samples from both the Holocene and older sediments were pyrolyzed from room temperature to 900 ˚C, and the released, purified CO_2 fractions were sealed in borosilicate glass ampoules at the University of South Florida. Measurement of $\Delta^{14}C$ was conducted at the University of Tokyo.
Pyrolysis followed by oxidation generated three peaks of CO_2 at ~300 ˚C, ~400 ˚C and ~540 ˚C, which were deconvolved into three Gaussian peaks (G1 to G3). These peaks were interpreted to reflect the consecutive degradation of oxygen-containing OM functional groups, cleavage of carbon-carbon bonds, and cleavage of aromatic ring carbon, respectively. In this scenario G1 contains most of the autochthonous carbon from the sediment. We found that the slopes of the G1-G3 ^{14}C ages plotted against temperature of the Gaussian centroid are proportional to the offset between ^{14}C ages of G1 and earlier analyzed biogenic carbonates from the same core levels. Assuming that this relationship is a constant function of the overall measured age spectra, we propose to use it for estimating sediment ages from the ramped pyrolysis ^{14}C data. The estimated G1 age offsets range from 800 to 3,000 years in the Holocene and from 4,000 to possibly as high as 5,000 years in the older glaciomarine sediments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性
Utility of sedimentary environmental DNA for indices of past pelagic fish species populations

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]
*Hiromichi Tamai[1], Michinobu Kuwae[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4]

1. 愛媛大学大学院理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 2. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

これまで、100年を超える海洋の魚類記録は堆積物記録には堆積物中の魚鱗を用いたイワシ類の記録(Kuwae et al., 2017)や、堆積物中の安定同位体比によるサーモンの記録（Finney et al., 2002）などが報告されているが、多くの有用魚種のうち、わずかな魚種の記録しか報告されていなく、過去の動態が不明である。そのために、ほとんどの有用魚種の個体数が、漁獲量記録が残る20世紀よりも前の時代にどのような長期変動を示し、どのような要因で変動していきたのかについてはほとんど明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、魚類の個体数を知るうえで新たな指標となりうる環境DNAに注目する。本研究は環境DNAが海底堆積物から浮魚類の個体数変動を明らかにする上で有効な指標となりうるかを評価すること、さらに海洋堆積物中に保存される環境DNAのソースを解明することを目的とした。

本研究で用いた海底柱状堆積物試料は、愛媛大学が所有する調査船『いさな』において、大分県別府沖で採取し[M1] た。本研究では、アシュラコアラーを用いて得られた3試料とグラビティーコアラーを用いて得られた4試料、計7試料を用いた。本研究では、堆積物中に魚鱗が多く残るカタクチイワシ（*Engraulis japonicus*）・マイワシ（*Sardinops melanostictus*）と魚鱗がほとんど残らないマアジ（*Trachurus japonicus*）にターゲットを絞った。堆積物中の環境DNAは、定量PCR法を用いて増幅・定量し、単位重量当りのコピー数を復元した。堆積物試料からDNAを抽出した後、DNeasy Powersoil kit（QIAGEN社）を用いて堆積物中の環境DNAを精製した。これをTacMan®定量PCRでDNAを測定し、検量線を用いてDNAのコピー数を定量し、単位乾燥重量当りのコピー数を求めた。得られたDNA濃度と同海域で得られた魚鱗堆積量、日本の漁獲量データを比較し、環境DNAの有効性を検討した。海洋堆積物中の環境DNAのソースがどこに由来するかを解明するため、海洋堆積物中の4つの画分にわけ、土壌、間隙水、魚鱗、骨についてDNA分析を行った。

本研究では、海洋堆積物中から環境DNAの抽出・定量化できた。カタクチイワシ、マイワシ、マアジの3種とも環境DNAと漁獲量との間に正の有意な相関が認められた。またカタクチイワシとマイワシの環境DNA濃度と魚鱗堆積量の比較に関しても有意な正の相関が得られた。以上の結果から環境DNAは過去の魚類動態を反映できる指標のひとつとなる可能性が高い。また、環境DNAは細粒画分の粒子サイズに高濃度で存在することが明らかになった。これは、堆積物中の粘土鉱物にDNA断片が吸着され、電気的に性質が変化した(Stotzky et al., 2000)結果、DNAが分解から免れた可能性が考えられる。

キーワード：環境DNA、堆積物コア、定量PCR、浮魚
Keywords: eDNA, sediment core, Quantitative polymerase chain reaction, pelagic fish

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

Improvements of extraction methods of sedimentary fish-origin DNA for reconstruction of marine fish communities

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5]
*Jun Kurata[1], Hiromichi Tamai[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4], Michinobu Kuwae[5]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学大学院理工学研究科、3. 兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5. 愛媛大学沿岸環境科学センター
1. department of earth science, Ehime university, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 5. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university

Environmental DNA is DNA fragments derived from body fluids or skin fragments of macro organisms contained in water or soil. It is expected to can be a technology to reveal long-term fish community changes which still remains unknown in the world ocean. However, DNA in the sediments has a low concentration, therefore, it is difficult to detect for a various kind of fish species. The purpose of this research is to elucidate the method that can take sedimentary DNA more efficiently. At this time, we tested five DNA extraction methods including the conventional one together with beads beating time. Quantitative PCA results showed that Power Soil had the best yield in the replications. In addition, DNA extraction of *Truchurus japonicus* figured out a better yield by increasing the amount of sediment sample. There was a significant difference between 10 min. and 30 sec. of beads beating time, it is possible that there is a higher yield with short time beating. Our future works is to test whether DNA yield improves by shortening or eliminating bead beating, effectively removal of PCR inhibitors, and an utility of PCR inhibitor.

キーワード：環境DNA、海洋堆積物
Keywords: Environmental DNA, ocean sediment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元
The paleotemperature reconstruction during the late-Holocene using the sediment core recovered from the Tokyo Bay, Japan

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3]
*Hiroto Kajita[1,2,3,4], Naomi Harada[5], Miyako Sato[5], Nanako Ogawa[1], Yusuke Yokoyama[1,2,4], Chikako Sawada[1], Yosuke Miyairi[1], Masayuki Utsunomiya[3], Atsushi Suzuki[3], Hodaka Kawahata[1,2,3]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5. 海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Japan, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate school of Science, The University of Tokyo, Japan, 3. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan, 4. Department of Biochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan, 5. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan

将来の気候変動による社会への影響が懸念されている現在、完新世の気候変動とその人類文明への影響について明らかにすることは重要である。東京湾周辺は、縄文時代において日本で最大の人口密集地帯であった。また、縄文時代以降においては幾度となく日本史上の大きな転換の舞台となった。中期～後期完新世における東京湾周辺の古環境変遷は、湾岸に分布する貝塚の群衆やサンゴなどの示相化石、歴史文書等に基づいて推定されてきたが、連続的かつ高時間解像度の復元記録はこれまで存在しなかった。

淡青丸KT12-06航海において東京湾から8.99mの海洋堆積物コアを採取した。堆積物コアに含まれていた22個の貝化石のAMS放射性炭素年代測定、および宝永噴火のスコリア層によって高精度の年代モデルを構築した結果、この堆積物コアには過去4500年間の古環境記録が連続的に含まれていることが判明した。生物生産量の指標となる全有機炭素量（TOC）測定、表層水温変動を定量的に復元できるアルケノン不飽和度（$U^{k'}_{37}$）測定、アルケノンを生成する円石藻の群集解析を行った。

TOCの値は、沿岸の開発が始まった1700AD以前は1.3～1.7 wt. %の範囲で安定して推移しており、恒常的な生物生産があったことが示唆された。コアに含まれる円石藻化石のほとんどは*G. oceanica*であり、*G.oceanica*の培養実験で求められた換算式を用いて$U^{k'}_{37}$からアルケノン古水温を計算した。約400 AD～現在のアルケノン水温は20.5℃～22.4℃（平均21.6℃）の範囲で変動した。1700 AD、1420 AD、1280 AD、1010 AD前後が比較的寒冷な時期であり、それぞれ太陽活動が低調であった、Maunder、 Spörer、Wolf、Oort極小期に一致していた。縄文後期～古墳時代に相当する約2500BC～400ADのアルケノン水温は、平均22.6℃と比較的高い水準で推移しており、先行研究における報告と大局的には一致していた。しかし、本研究の連続的かつ高時間解像度の温度復元記録によるとこの時期の表層海水温は数百年スケールで大きく変動（19.5℃～25.3℃）していたことが示唆された。特に520～440BCと2360～2280BCには大規模な寒冷期（それぞれ20.0℃、19.5℃）が認められた。前者は、弥生の小氷期とも呼ばれる500BC前後の寒冷期に相当し、太陽活動の低下に起因するものと考えられる。後者は、一時的なモンスーンの弱化によって全球的に異常な寒冷/乾燥化イベントが報告されている時期であり、東京湾もその影響を受けていた可能性が高いことが示された。縄文中期～弥生初期にかけて、東京湾周辺では水稲栽培が開始されず、狩猟採集をベースとした生活が続いていたが、その背景の一つにはこのような不安定な気候があったかもしれない。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：古気候、東京湾、後期完新世、アルケノン
Keywords: Paleoclimate, the Tokyo Bay, late-Holocene, Alkenone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

Summer monsoon variability over the past 400 years in Tateyama, Japan, as reconstructed from tree-ring oxygen isotope data

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3]
*Masaki Sano[1], Kota Mori[1], Akane Tsushima[2], Zhen Li[3], Koh Yasue[4], Takeshi Nakatsuka[2,3]

1. 早稲田大学人間科学学術院、2. 名古屋大学、3. 総合地球環境学研究所、4. 信州大学
1. Faculty of Human Sciences, Waseda University, 2. Nagoya University, 3. Research Institute for Humanity and Nature, 4. Shinshu University

近年、樹木年輪の酸素同位体比による気候変動の復元がアジア各地を対象として進められている。年輪酸素同位体比は、樹木が成長する夏季の水環境（具体的には、相対湿度と降水の酸素同位体比）によって規定されており、それゆえ夏季モンスーンの変遷を過去に遡って精度良く復元できる。本研究では、富山県の立山に自生するキタゴヨウ（*Pinus parviflora* var. *pentaphylla*）から取得した年輪酸素同位体データに基づき、過去400年間にわたって夏季の相対湿度を復元するほか、既存の古気候データと比較することで、夏季モンスーンの時空間変動を把握することを目的とした。

立山の標高1500mにおいて2016～2017年に収集した数十個体のコアサンプルを分析に用いた。最初に、年輪幅の経年変動パターンを個体間で比較して年輪の形成年代を確定させたのち、年輪数が比較的多い5個体を同位体分析用のサンプルとして選別した。次いで、樹軸方向に1mm厚の薄板を作成したうえで、化学処理によってセルロースを抽出した。その後、顕微鏡を用いてセルロース板から年輪を1枚ずつ切り分け、熱分解式の元素分析装置を連結させた同位体比質量分析計で年輪セルロースの酸素同位体比を測定した。

得られた5個体の時系列は、酸素同位体比の経年変動が過去400年間にわたって個体間で良く同調しており、共通の気候因子が同位体比の変動を規定していることが分かった。全ての時系列を統合して得た標準年輪曲線を気象観測データと比較した結果、酸素同位体比は4～6月の相対湿度に対して負の有意な相関を示したほか、成長が旺盛な6月に特に高い相関が認められた。主に梅雨期を含む初夏の相対湿度を反映している立山の年輪酸素同位体比を、同じく夏季の相対湿度を反映している屋久島の年輪データと比較したところ、PDO指数が負（正）の時に両者の相関が上昇（下降）する特徴が検出された。両地点が南北に位置していることから、梅雨期の湿度がPDOの影響を受けて、南北間で同調する時期としない時期に分かれる可能性が示唆された。

キーワード：酸素同位体比、東アジアモンスーン、太平洋十年規模振動
Keywords: Oxygen isotope, East Asian monsoon, Pacific Decadal Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

Eventural Layers of anciant disasters during these 4500 years at Lake Ikeda (Lake Daijya), western coast of Kyushu Island presumed by diatom assemblages in lake deposits

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4]
*Kaoru Kashima[1], Tomokazu Mita[1], Yu Fukumoto[3], Tsuyoshi Haraguchi[2], Kazuyoshi Yamada[4]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 立命館大学、4. ふじのくに地球環境史ミュージアム
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Geosicneces, Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Ritsumeikan University, 4. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka

池田池（大蛇池）は九州西岸、天草半島に位置する、東西南北約200ｍの小規模な沿岸湖沼である。もともとは潟湖であったが、アカホヤ火山灰堆積後、砂州で湖口をふさがれ、淡水湖沼となっている。Woodruff *et.al.*(2014)は、この池田池（大蛇池）において、湖底下1.9-2.1ｍの層準において、元寇時（AD1274, AD1281）の２層の台風堆積物を確認した。しかし、年代を推定できる資料が限られていること、２層の台風堆積物であることの根拠が限られていることなどの問題点も指摘されてきた。ただ、過去の巨大台風の痕跡が、海に面した小規模な湖沼の湖底に記録されていることは、九州西域の災害史を考察する上で極めて重要な手がかりとなる。

そこで、2016年に原口ほかによって、全長22ｍのボーリングコア試料が新たに掘削された。堆積物から得られた炭素14年代測定結果およびアカホヤ火山灰層より、過去約8000年間の堆積物が、湖底下にほぼ連続的に堆積していると推定された。

本研究では、そのうち上位9ｍ、年代として約4500年間における珪藻遺骸群集変動について、2-4ｃｍ間隔で分析を行った。その結果、Woodruff et.al.(2014)の示した元寇時の台風堆積物に加えて、合計5層のイベント性堆積物層を確認したのでここで報告する。

珪藻遺骸群集の特徴は以下のようにまとめられる。
(1)まず、研究を始めるにあたり、湖底表層堆積物を採取し、ゆるやかに水洗ののち、SEMを用いて、堆積物観察を行った。湖底表層には多数の糞粒が堆積しており、それらは珪藻殻の集合からできていた。産出する珪藻は、*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など水草などに付着し、湖表面に漂うこともある淡水半浮遊生種であり、その種構成も限られていた。
(2) 池田池では、過去4500年間は、水深の小さい淡水湖沼環境が継続していた。そして*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など淡水半浮遊生種が優占して産出した。
(3)しかし、以下の5層準において、珪藻遺骸群集が急変することがわかった。これは、海水の流入などによる湖沼塩分の急変、周辺流域からの土砂流入が推定され、台風による高潮や土砂崩壊などのイベント性堆積物である可能性が高いと判断された。
(4)それぞれのイベント性堆積物の深度とその堆積年代は以下のようにまとめられる。Event 1 (7.26-8.26m): 4200-3800 yBP, Event 2 (4.32-4.40ｍ): 2000 yBP, Event 3 (3.20-3.28m): 1400 yBP, Event 4 (2.64-2.72m): 1000 yBP, Event 5 (1.22-1.90 m): 500-700 yBP.
(5)それぞれのイベントをもたらした要因（巨大台風などの）の決定のためには、他種の分析データの蓄積と、近隣データとの比較検討が必要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：珪藻遺骸、台風堆積物、沿岸湖沼、池田池（大蛇池）
Keywords: Diatom Assemblages, Typhoon Deposit, Coastal lake, Lake Ikeda (Lake Daijya)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動
Variability of hemipelagic and event depositions in the Beppu Bay during Holocene

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3]
*Tomohisa Irino[1], Airi Maruyama[1], Ken Ikehara[2], Masanobu Yamamoto[1], Michinobu Kuwae[3]

1. 北海道大学　大学院環境科学院、2. 産業技術総合研究所　地質情報部門、3. 愛媛大学　沿岸環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University

The Beppu Bay located in the northeast Kyushu Island, the southwestern Japan receives detrital materials mainly from two drainage systems, the Ohno River and the Oita River. The Ohno River has the head water region at the Mt. Kuju and Mt. Aso, flows eastward combining some tributaries from the south, and then flows northward to the Beppu Bay. Surface geology of the drainage area is roughly divided into two as intermediate to felsic volcanic area covered with andosol in the northeast and Paleozoic to Mesozoic sedimentary rocks covered with brown forest soil in the south. The drainage basin of the Oita River is located in the north of the Ohno River drainage, which is characterized by mafic volcanic rocks in the headwater region. Since the provenance of the Beppu Bay sediments has such geologically contrasted drainage systems, the temporal changes in the provenance for the sediment can be utilize to seek for the interrelationship among the western Pacific paleoceanography, East Asian monsoon, ecological response (fishery, vegetation, land use), and the erosion and sediment supply from hinterland basin. For this purpose, we examined mineral composition of BP09-3 core collected from the center of Beppu Bay as well as sediment from surface soils and river beds using X-ray powder diffraction.

As a result, quartz / feldspars ratio of the Beppu Bay sediment was within the range of surface soils in the drainage of Ohno River and Oita River. Detailed examination of peak shape of feldspar in X-ray diffractogram suggests grain size dependency of feldspar composition. Feldspars in finer materials showed more “mafic” composition suggesting that fine materials are dominantly supplied from Oita River drainage and / or mafic rock is more easily weathered and forms fine materials. We also applied statistical unmixing of mineral assemblage using PARAFAC algorithm on XRD profiles. Statistically distinguished subcomponents could be attributed to biogenic subcomponents, detrital subcomponents from the Ohno and Oita Rivers in hemipelagic mud as well as two detrital subcomponents in event sands with different origin.

Temporal variation of these statistical subcomponents in hemipelagic mud suggests that vegetation and / or land use change in the drainage area affected the relative importance of suspension loads from the Ohno River associated with the increase of detrital flux for the last 3,000 yrs. Composition of event sands also shows a consistent compositional change characterized by the relative increase of contribution from sandy material of the Ohno River bed. Increase in surface erosion in the Ohno River drainage may have been responsible for increases of fine and coarse materials supply and development of the delta at the river mouth.

キーワード：別府湾、堆積物、砕屑物、X線回折法
Keywords: Beppu Bay, Sediment, Detrital component, X-ray diffraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性
The composition of laminae in the sediment of Beppu-Bay and potential as annual laminations

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3]
*Yoshiaki Suzuki[1], Michinobu Kuwae[2], Kazuno Arai[3], Ken Ikehara[4], Masafumi MURAYAMA[3]

1. 早稲田大学、2. 愛媛大学、3. 高知大学、4. 産業技術総合研究所
1. Waseda University, 2. Ehime University, 3. Kochi University, 4. AIST

大分県別府湾の堆積物は、とくに水深60m以深の最奥部は半遠洋性軟泥で構成され、その中にイベント的に堆積したと思われる砕屑物層（イベント層）が多数存在する。こうしたイベント層は周辺地域で観測・歴史的に多発している洪水、地震、噴火等の災害を記録している可能性が高い(Kuwae et al., 2013, Yamada et al., 2017)。本研究では、とくに厚さ1cm以下のマイナーイベント層の成因を観測記録との比較に基づいて明らかにするために、2017年6月に別府湾の４地点から採取した表層 堆積物（長さは最長で約1.2m）を用いて、高解像度年代モデルの構築と観測記録との対比を試みた。

採取した表層堆積物は、高知大学海洋コア総合研究センターにてCTスキャン、半割、断面画像撮影を行った後、蛍光X線マイクロスキャナITRAXを用いた高解像度元素組成分析を行った。また年代決定のため、放射性Pb, Csの濃度変化を4cm間隔で測定した。

別府湾の最奥部、水深60m以深の堆積物には明瞭な葉理構造が見られた。これらの葉理は複数のコア間でそのパターンが対比可能である。一方で別府湾の水深50m以浅では、より粗粒な構成要素が多くなり、葉理構造はほどんど見られなかった。ITRAXの分析結果およびその因子分析から、葉理は砕屑物の含有量変化によるものであることがわかった。またその他にも砕屑物含有量がスパイク的に増加し、かつ砕屑物組成が異なる層準が多数みられた。これらの層準の一部は明灰色ないし赤褐色の砕屑物に富んだ薄層、すなわちマイナーイベント層として肉眼でも確認でき、砕屑物が通常時と異なる供給源から大量に流入したことを示唆している。

放射性Pb, Csの測定結果は、先行研究で知られている豊後水道地震起源と考えられるイベント層Ev-1a（Kuwae et al., 2013）と概ね矛盾しない年代値が得られた。また葉理の計数を行ったところ、葉理の保存が悪い区間に関しては葉理の平均厚さ6~7mmを内挿すれば、葉理の累積枚数がPb, Csから得られた年代と矛盾しないことがわかった。このことから、別府湾最奥部の葉理は季節毎に異なる物質が流入し、擾乱なく保存されることで形成される年縞堆積物である可能性が高い。もし葉理が年縞であるなら、表層堆積物に年単位の高解像度な年代目盛を挿入でき、堆積物と観測記録の詳細対比が行える。

キーワード：別府湾、年縞
Keywords: Beppu Bay, annual lamination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション
Simulation of global distribution of Pa/Th using an ocean general circulation model

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1]
*Yusuke Sasaki[1], Akira Oka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

堆積物中の231Pa/230Th比は、氷期における海洋循環の強さを推定するプロキシデータの一つとして知られる。しかし、海水中の 231Pa,230Th の分布に関する観測データは少なく、その全球分布を決める過程の理解は不十分である。また、いくつかのモデル研究も行われてきたが、それらは観測データを十分に再現しているとはいえない。そこで本研究は、近年GEOTRACESなどの計画により海洋中の231Pa、230Th溶存態分布が豊富になってきたことを踏まえ、観測に則する分布を海洋大循環モデルで再現することを第一の目標とした。具体的には、231Pa,230Th が海洋中の沈降粒子によって除去される過程を再現した先行研究 (Siddall et al., 2005) のモデルを元に、近年提示された海底の懸濁層における粒子除去過程 (bottom scavenging; Okubo et al., 2012; Roy-Barman, 2009) や、沈降除去強度の粒子濃度依存性 (Henderson et al., 1999) を導入することで、観測の分布をよく再現するためのモデル改良を行った。また本研究では、また、最も観測に則した実験結果(Control実験)について、分布を形成する要因を、鉛直一次元過程、海洋の移流・拡散、bottom scavengingの三つに切り分けるための追加実験を実施した。そして、その結果を解析することで、それらの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響を明らかにした。

モデルの改良・パラメタ調整の結果、GEOTRACESで観測された 231Pa,230Th の溶存態の分布を現実的に再現することができた。bottom scavengingを考慮したことにより先行研究(Rempfer et al., 2017) でも示唆されるように、231Pa,230Th ともに深層の分布が改善されることが確認できた。bottom scavenging を考慮することで231Paに関しては現実的な溶存態分布が再現できた一方で、230Th の溶存態の分布はbottom scavenging の考慮だけでは十分に観測を再現できなかった。そこで230Th の溶存態の分布を再現する為、Siddall et al. (2005) で示された粒子除去強度のパラメタの値を再調整するとともに、Henderson et al. (1999) にならい、沈降除去強度の海洋中の粒子濃度依存性を考慮した実験を行った。その結果、230Th の溶存態の分布に関してもより現実的に再現することができた。

次に、観測を最もよく再現した数値実験(Control実験)について、堆積物中の 231Pa/230Th 比の全球分布を決める過程を議論した。解析の結果、その比を決める過程は、231Pa と 230Th　にかかる移流・拡散の寄与の違いにより大部分が説明できることを確認した。これは、移流の 231Pa のみへの影響を抽出した実験においても、231Pa/230Th 比の分布を概ね再現できたことから判断できる。一方、bottom scavenging は231Pa に対するこの移流・拡散の効果を抑制する方向にはたらき、231Pa/230Th 比の海域間の勾配を弱めることが分かった。さらに、231Pa と比較すると寄与は小さいが、移流・拡散は 230Th の分布形成に対してもはたらき、231Pa に対する移流・拡散の寄与で生じる 231Pa/230Th 比の勾配を弱める方向にはたらくことがわかった。

本研究では、現代の海洋物理場を用いたモデル実験において、分配平衡定数に依存する鉛直一次元的な過程、移流・拡散の過程、bottom scavengingの過程の三つに切り分け、それぞれの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響について評価を行うことができた。今後、氷期海洋について同様の実験を行うことで、氷期の大西洋子午面循環の強度を推定するプロキシデータとしての堆積物中の231Pa/230Th比に関する理解が深められると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：231Pa/230Th比、海洋循環指標、bottom scavenging、海洋大循環モデル
Keywords: 231Pa/230Th ratio, proxy of ocean circulation, bottom scavenging, ocean general circulation model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

Construction of modern silicoflagellate assemblage dataset in the North Pacific for paleo sea-surface temperature and its application for sediment cores

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1]
*Yusuke Okazaki[1], fumiaki nishizono[1], Tanizaki Kyohei[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

珪質鞭毛藻は、生物源オパールの骨格を持つ海生植物プランクトンである。現生の珪質鞭毛藻は、主に低・中緯度に生息する*Dictyocha*属と、主に中・高緯度域に生息する*Stephanocha*属の２属に大別され、２属の比を取ることで定性的な温度指標になることが知られている。モダンアナログ法は、現生群集データセット（表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成と現場の水温との関係）と化石データセットを基に定量的復元を行う手法である。Poelchau (1976) は、北太平洋の広域における表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成を明らかにし、このデータは現生群集データセットの主要部分となり得る。本研究ではモダンアナログ法に用いる現生群集データセットに北西太平洋域のデータを追加し、新たな現生群集データセットを構築し、堆積物コアに適用することを目的とした。本研究で用いたモダンアナログ法には (1) 表層（＝現世）データセット、(2) 化石データセット、(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットの３点が必要となる。(1) 表層データセットについては、Poelchau (1976) による96地点のデータに加え、日本周辺海域から採取された表層堆積物78サンプルのデータを追加した。各表層堆積物試料につき100殻の珪質鞭毛藻個体を同定・計数し、Poelchau (1976) のデータに合わせ3属7種に分類し表層データセットを構築した。(2) 化石データセットは日本海若狭湾で採取されたKR15-10 PC05コアと、東シナ海男女海盆で採取されたKY07-04 PC01コアを用いた。いずれの試料も最終氷期以降の珪質鞭毛藻群集組成データが得られている。(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットはWorld Ocean Atlas（NOAA, 2016）で公開されている1955年 - 2012年の年平均表層水温の0.25度グリッドのデータを用いた。各表層堆積物サイトに最も近傍の点における水深0 mの水温データを用いた。モダンアナログ法は花粉群集用に開発されたPolygon 2.4.4を使用した（中川, 2008）。日本海若狭沖コアについては、最終氷期の低水温と完新世の高水温を復元でき、最終退氷期に12 ka -14.5 kaに持続的な水温上昇がみられた。東シナ海男女海盆コアの古水温復元結果は、最終氷期（10-15˚C）から完新世（20-25˚C）までを示し、最終退氷期に大きな変動があった。KY07-04 PC01コアでは、浮遊性有孔虫殻のMg/Ca比（20-25˚Cの変動幅）と有機化合物TEX86（7-20˚Cの変動幅）を用いた古水温復元の先行研究がある (Kubota et al., 2010; Nakanishi et al., 2012) 。本研究の古水温復元値は2つの先行研究の中間値を示したが、変動パターン、特に最終退氷期の変動は2つの先行研究とは異なるものであった。

キーワード：珪質鞭毛藻、モダンアナログ法、古水温、最終氷期、日本海、東シナ海
Keywords: Silicoflagellate, Modern analog technique, paleo temperature, Last glaciation, Japan Sea, East China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量
Microplastics in surface sediments of the Ariake Bay

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2]
Hiroki Sonoda[1], *Yusuke Okazaki[1], Atsuhiko Isobe[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 九州大学応用力学研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

マイクロプラスチックは、5 mm以下のプラスチック片のことを指す。日本周辺海域でのマイクロプラスチック浮遊数は、世界の海洋の平均値を大きく上回っており、マイクロプラスチック汚染が懸念されている。マイクロプラスチックは最終的に海岸や海底に堆積して海洋から除去されるが、その沈降・堆積過程はよくわかっていない。そこで本研究は、有明海熊本沖の堆積物中におけるマイクロプラスチックの含量を明らかにすることを目的とした。有明海熊本沖の11測点で2016年12月にエクマンバージを使って採取した表層堆積物試料を使用した。熊本市街地の北と南にはそれぞれ白川と緑川が流れ、有明海に注いでいる。白川河口の1測点と緑川河口の2測点においても表層堆積物試料を直接チャック付きプリ袋に採取した。堆積物試料を凍結乾燥させ、50 g を目安に乾燥重量を秤量した。乾燥試料を目合い63 μmの篩に載せ、水道水で細粒の粒子を洗い流したのち、300 mLのガラスビーカーに移した。ビーカー内の試料を水道水で攪拌し、浮遊した残渣と沈殿した残渣をそれぞれ別々のろ紙に回収した。ろ紙に回収した浮遊残渣試料を、再度ビーカーに移し、1N塩酸20 mLと10% 過酸化水素水20 mLを加え、天板温度200˚Cのホットプレートで1時間加熱した。反応終了後にElix水を加え、ナイロン製プランクトンネット生地（目合い63 μm）を使って作成した簡易篩を通し、Elix水でよく洗い酸抜きを行った。簡易篩上の残渣をろ紙に回収し、40˚Cの定温乾燥器で一晩乾燥させた。 乾燥させた試料は、筆を使って薬包紙に移しガラスバイアルに回収した。実体顕微鏡下で目合い300 μmと150 μmの篩にかけた試料からプラスチックの可能性がある粒子を拾い出した。拾い出した粒子がマイクロプラスチックかどうかはフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）により判定した。フーリエ変換赤外分光計 (FT-IR alpha; Bruker Optics K.K., Tokyo, Japan) を使用し、データベース上の標準物質とスペクトル比較を行い、ヒットクオリティが400以上のものをマイクロプラスチックと判定した。なお、堆積物試料の測定に先立ち、凍結乾燥および天板温度200˚Cのホットプレート上での加熱はFT-IRによるプラスチックの同定の支障とならないことを確認している。測定の結果、有明海熊本沖の11測点において合計18個、河口の3測点において合計8個のマイクロプラスチックを検出した。検出したマイクロプラスチックの種類はPPやPE（特に高密度PE）が主で、エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂（EVA樹脂）も見つかった。有明海熊本沖堆積物試料中のマイクロプラスチックはほぼ一様に分布しており、沿岸や河口域からの距離との明瞭な関係は見られなかった。有明海熊本沖11測点におけるマイクロプラスチック含有量（堆積物乾燥重量1 kgあたりのマイクロプラスチック個数）の平均値は、29 pieces kg^{-1}であり、東京湾運河部のマイクロプラスチック含有量（約8000 pieces kg^{-1}）よりも顕著に少なかった。有明海熊本沖（120 km^2）のマイクロプラスチックの堆積量を概算したところ、5×10^9から2×10^{10}個 yr^{-1}と見積もられた。このことは比重が1よりも小さなマイクロプラスチックが比較的速やかに堆積物に除去されていることを示した。

キーワード：マイクロプラスチック、海底堆積物、有明海
Keywords: Microplastics, Marine sediments, Ariake Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

極域を焦点とする将来的な分野横断型の研究の枠組や計画の議論を通して、今後学術の大型研究として進めるべきサイエンスを検討する場を提供し、日本学術会議が３年ごとに発表している学術の大型研究マスタープランへの極域科学の対応を議論する場として企画した。
極域での変動は、地球システムの将来予測に不可欠である。南極とグリーランドは、海水準で約70mに相当する地球上の淡水のほとんどを保持している。さらに、極域では高密度の海水により深層水が形成され、熱塩循環を駆動しており、熱塩循環の変化は、地球環境に大きな影響を与えると考えられる。これらのことは、極域が地球環境や海水準変動を支配する鍵となっている事を示している。しかしながら、極域は地球システムの中でも未だ理解の進んでいない領域であり、系統的な様々な現場観測が必要とされている。このような背景を踏まえ、極域科学分野として学術の大型研究マスタープランへの提案等の大型研究計画を検討議論する。

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1]
*Shigeru Aoki[1], Takeshi Tamura[2], Toshihiro Maki[3], Shin Sugiyama[1]

1. 北海道大学、2. 国立極地研究所、3. 東京大学
1. Hokkaido University, 2. National Institute of Polar Research, 3. The University of Tokyo

Along with the anthropogenic climate change, changes in overturning circulations and ice mass of the Southern Ocean and Antarctic Ice Sheet are listed as the problems with huge social implications. In Amundsen Sea, West Antarctica, accelerations of basal melting of ice shelves and loss of ice mass have been observed. More recently, ice discharge of the Totten Glacier, East Antarctica, is shown to be accelerating, and a pathway of substantially warm water access has been discovered beneath the ice shelf. The ice mass behind the Totten Glacier is estimated to be 3.5 m of global sea level equivalent, and the bed rock configuration reveals a vulnerability of the maritime ice sheet instability. The acceleration of freshwater discharge can affect sea ice production and subsequent dense water formation. With the growing awareness on the importance of ice-ocean interaction and long-term variabilities off the East Antarctic Coast, observations at the ice-ocean boundaries above and underneath the sea ice and continental ice are indispensable.

Under the project called ROBOTICA for the 9th six-year plan (2016-2022) of the Japanese Antarctic Research Expedition, we are implementing broad oceanographic and cryospheric surveys using new technologies like tethered/moored profiling platforms, Remotely Operated Vehicle (ROV) and ice radars, together with the conventional observational methods. The observations here will help revealing the ongoing oceanic and cryospheric changes and set the baselines for the future changes.

Under the GRAntarctic (2017-2022) frame work, we start developing a new Autonomous Underwater Vehicle (AUV), suitable for under-ice survey of Antarctica. The AUV is designed to operate in the following 3 modes; Seafloor Tracking mode (bathymetry, imagery), Ice Tracking mode (ice shape, imagery), and Constant Depth mode (water survey).

Development of appropriate instruments and platforms of this kind is an urgent task, given the rapid progress of the environmental changes in the ice-covered ocean. To fully utilize this instruments, the basic ability required for a mother icebreaker is high, since she needs to cope with the requirements as a platform of various state-of-the art technologies in ice-covered ocean. Moreover, flexible operation from a long-term perspective such as revisiting the sites some years later will be effective.

キーワード：氷床ー海洋相互作用、南極氷床、南大洋、AUV、レーダー
Keywords: ice-ocean interaction, Antarctic Ice Sheet, Southern Ocean, AUV, ice radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削
Deep ice corings in Antarctica and Greenland

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3]
*Kenji Kawamura[1,2,3], Kumiko Goto-Azuma[1,2], Shuji Fujita[1,2], Fumio Nakazawa[1,2], Ikumi Oyabu[1], Hideaki Motoyama[1,2], Ayako Abe-Ouchi[4,3]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. SOKENDAI (The Graduate University of Advanced Studies), 3. JAMSTEC, 4. University of Tokyo

The studies of deep ice cores and boreholes have provided records of past climatic and environmental changes on various time scales, as well as evidences on how the both polar regions have interacted through atmosphere and ocean to affect global climate. Understanding the processes and sensitivities that underlie the changes, through the ice-core analyses as well as in combination with climate and ice-sheet modeling, will underpin better understanding of the climate system and projections of its future change. In the next phases of Antarctic glaciological research, National Institute of Polar Research together with Dome Fuji Ice Core Consortium (ICC) and Third Dome Fuji Drilling Project plans to perform various activities related to the third deep ice-core drilling in the vicinity of Dome Fuji, in order to obtain an ice core with age much older than 800 kyr. This is also a contribution to International Partnership in Ice Core Sciences (IPICS) “Oldest ice core project”. During the JARE Phase IX, we have been investigating glaciological conditions (ice sheet surface, englacial and subglacial conditions) of the candidate area, and we will determine the exact location of the drilling site and start pilot hole drilling and casing to enable deep drilling. The deep drilling must then follow to actually recover the old ice. In Greenland, we currently participate in the East Greenland Ice Core Project (EGRIP) to better understand the dynamics and past changes of the fastest-flowing Northeast ice stream and to reconstruct the climate and environment changes during the past warm periods and during abrupt warmings during the last glacial period. After the EGRIP drilling is finished, the next Greenland deep ice coring will be carried out to obtain spatial variabilities of climate and ice sheet changes. By studying the ice core records from both polar regions, we can understand the mechanisms and global impacts of the polar climate changes such as glacial-interglacial transition and abrupt climate changes.

キーワード：南極、グリーンランド、アイスコア
Keywords: Antarctica, Greenland, Ice core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読

Understanding of whole history of Antarctic ice sheet, sea ice, and bottom water based on core-seismic integrated investigation from Antarctic continental shelf to deep sea floor

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3]
*Minoru Ikehara[1], Takuya Itaki[2], Masakazu Fujii[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 産業技術総合研究所、3. 国立極地研究所
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. GSJ, AIST, 3. National Institute of Polar Research

南極大陸の大陸棚から陸棚斜面には、南極氷床や南極底層水の影響を受けた特徴的な海底地形や堆積物が存在している。例えば、南極底層水が形成されているケープダンレー沖の陸棚縁にはガリ状の海底谷が多数発達しており、その一部は深海底まで続く深海長谷を形成している。これらの特徴は研究船によるマルチナロービーム音響測深、マルチチャンネル反射法地震探査などによって明らかにされており、白鳳丸KH-19-1次航海でも新たなデータが蓄積された。しかしながら、南極大陸棚は海氷や氷山が存在する海域でもあるため、詳細な海底地形と海底下地質構造の実態は未だ明らかではない。氷海域において海洋地質学探査と海底コアの採取や掘削を統合的に推進することによって、従来の研究では明らかとなっていない南極大陸と地球史との関連を解き明かすサイエンスを新たに展開することができると期待される。

キーワード：南極、南大洋、海氷、南極底層水、海底チャネル、反射法地震探査
Keywords: Antarctic, Southern Ocean, sea ice, Antarctic bottom water, submarine channel, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響
Impacts of the interaction between ice sheets and solid Earth on the prediction of sea-level change

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2]
*Jun'ichi Okuno[1,2], Yoshifumi Nogi[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Ice sheet, sea water, and terrestrial water storage act as surface mass loads on the solid Earth. Past and present variations of these loads make the solid Earth deform as the elastic and the viscous responses. These deformations have been clearly observed by geodetic, geomorphological and geological methods based on the field survey and the satellite measurement. To reconstruct the sea-level change associated with the surface mass changes and the solid Earth's response based on these observations, we need to apply the numerical modeling described by the Glacial Isostatic Adjustment (GIA) theory. GIA modeling results indicate that the predicted sea-level changes in any sites are spatially non-uniform because of the crustal deformation due to the GIA depending on the geometry of the surface mass loads, namely distribution of ice and water. Therefore, the precise evaluation of the GIA is vital to elucidate present and past sea-level changes. In this presentation, we show the crustal deformation derived from GIA due to present and past surface load changes and illustrate the importance of GIA component for precise projection of the sea-level change.

キーワード：両極氷床、氷河性地殻均衡、海水準変動
Keywords: polar ice sheets, Glacial Isostatic Adjustment, sea-level change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1]
*Yuji Kodama[1], Tetsuo Ohata[1]

1. 国立極地研究所
1. National Institute of Polar Research

Planning of post-ArCS is in progress. International collaboration is a “must” for Japanese Arctic (polar region) research, and it is important to be able to demonstrate Japan's strength internationally. There are several international science plan published recently and they could be a hint for one way to formulate the plan of Post ArCS. Japanese Arctic policies must be also referenced for the plan. Then, the international organization 's Science Plan on Arctic Research, Japanese Arctic Policy, Overseas Arctic Research Program are introduced.

キーワード：北極、北極研究プログラム、北極政策
Keywords: Srctic, Arctic Research Program, Arctic Policy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

極域を焦点とする将来的な分野横断型の研究の枠組や計画の議論を通して、今後学術の大型研究として進めるべきサイエンスを検討する場を提供し、日本学術会議が３年ごとに発表している学術の大型研究マスタープランへの極域科学の対応を議論する場として企画した。
極域での変動は、地球システムの将来予測に不可欠である。南極とグリーランドは、海水準で約70mに相当する地球上の淡水のほとんどを保持している。さらに、極域では高密度の海水により深層水が形成され、熱塩循環を駆動しており、熱塩循環の変化は、地球環境に大きな影響を与えると考えられる。これらのことは、極域が地球環境や海水準変動を支配する鍵となっている事を示している。しかしながら、極域は地球システムの中でも未だ理解の進んでいない領域であり、系統的な様々な現場観測が必要とされている。このような背景を踏まえ、極域科学分野として学術の大型研究マスタープランへの提案等の大型研究計画を検討議論する。

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1]
*Shigeru Aoki[1], Takeshi Tamura[2], Toshihiro Maki[3], Shin Sugiyama[1]

1. 北海道大学、2. 国立極地研究所、3. 東京大学
1. Hokkaido University, 2. National Institute of Polar Research, 3. The University of Tokyo

Along with the anthropogenic climate change, changes in overturning circulations and ice mass of the Southern Ocean and Antarctic Ice Sheet are listed as the problems with huge social implications. In Amundsen Sea, West Antarctica, accelerations of basal melting of ice shelves and loss of ice mass have been observed. More recently, ice discharge of the Totten Glacier, East Antarctica, is shown to be accelerating, and a pathway of substantially warm water access has been discovered beneath the ice shelf. The ice mass behind the Totten Glacier is estimated to be 3.5 m of global sea level equivalent, and the bed rock configuration reveals a vulnerability of the maritime ice sheet instability. The acceleration of freshwater discharge can affect sea ice production and subsequent dense water formation. With the growing awareness on the importance of ice-ocean interaction and long-term variabilities off the East Antarctic Coast, observations at the ice-ocean boundaries above and underneath the sea ice and continental ice are indispensable.

Under the project called ROBOTICA for the 9th six-year plan (2016-2022) of the Japanese Antarctic Research Expedition, we are implementing broad oceanographic and cryospheric surveys using new technologies like tethered/moored profiling platforms, Remotely Operated Vehicle (ROV) and ice radars, together with the conventional observational methods. The observations here will help revealing the ongoing oceanic and cryospheric changes and set the baselines for the future changes.

Under the GRAntarctic (2017-2022) frame work, we start developing a new Autonomous Underwater Vehicle (AUV), suitable for under-ice survey of Antarctica. The AUV is designed to operate in the following 3 modes; Seafloor Tracking mode (bathymetry, imagery), Ice Tracking mode (ice shape, imagery), and Constant Depth mode (water survey).

Development of appropriate instruments and platforms of this kind is an urgent task, given the rapid progress of the environmental changes in the ice-covered ocean. To fully utilize this instruments, the basic ability required for a mother icebreaker is high, since she needs to cope with the requirements as a platform of various state-of-the art technologies in ice-covered ocean. Moreover, flexible operation from a long-term perspective such as revisiting the sites some years later will be effective.

キーワード：氷床ー海洋相互作用、南極氷床、南大洋、AUV、レーダー
Keywords: ice-ocean interaction, Antarctic Ice Sheet, Southern Ocean, AUV, ice radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削
Deep ice corings in Antarctica and Greenland

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3]
*Kenji Kawamura[1,2,3], Kumiko Goto-Azuma[1,2], Shuji Fujita[1,2], Fumio Nakazawa[1,2], Ikumi Oyabu[1], Hideaki Motoyama[1,2], Ayako Abe-Ouchi[4,3]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. SOKENDAI (The Graduate University of Advanced Studies), 3. JAMSTEC, 4. University of Tokyo

The studies of deep ice cores and boreholes have provided records of past climatic and environmental changes on various time scales, as well as evidences on how the both polar regions have interacted through atmosphere and ocean to affect global climate. Understanding the processes and sensitivities that underlie the changes, through the ice-core analyses as well as in combination with climate and ice-sheet modeling, will underpin better understanding of the climate system and projections of its future change. In the next phases of Antarctic glaciological research, National Institute of Polar Research together with Dome Fuji Ice Core Consortium (ICC) and Third Dome Fuji Drilling Project plans to perform various activities related to the third deep ice-core drilling in the vicinity of Dome Fuji, in order to obtain an ice core with age much older than 800 kyr. This is also a contribution to International Partnership in Ice Core Sciences (IPICS) “Oldest ice core project”. During the JARE Phase IX, we have been investigating glaciological conditions (ice sheet surface, englacial and subglacial conditions) of the candidate area, and we will determine the exact location of the drilling site and start pilot hole drilling and casing to enable deep drilling. The deep drilling must then follow to actually recover the old ice. In Greenland, we currently participate in the East Greenland Ice Core Project (EGRIP) to better understand the dynamics and past changes of the fastest-flowing Northeast ice stream and to reconstruct the climate and environment changes during the past warm periods and during abrupt warmings during the last glacial period. After the EGRIP drilling is finished, the next Greenland deep ice coring will be carried out to obtain spatial variabilities of climate and ice sheet changes. By studying the ice core records from both polar regions, we can understand the mechanisms and global impacts of the polar climate changes such as glacial-interglacial transition and abrupt climate changes.

キーワード：南極、グリーンランド、アイスコア
Keywords: Antarctica, Greenland, Ice core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読

Understanding of whole history of Antarctic ice sheet, sea ice, and bottom water based on core-seismic integrated investigation from Antarctic continental shelf to deep sea floor

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3]
*Minoru Ikehara[1], Takuya Itaki[2], Masakazu Fujii[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 産業技術総合研究所、3. 国立極地研究所
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. GSJ, AIST, 3. National Institute of Polar Research

南極大陸の大陸棚から陸棚斜面には、南極氷床や南極底層水の影響を受けた特徴的な海底地形や堆積物が存在している。例えば、南極底層水が形成されているケープダンレー沖の陸棚縁にはガリ状の海底谷が多数発達しており、その一部は深海底まで続く深海長谷を形成している。これらの特徴は研究船によるマルチナロービーム音響測深、マルチチャンネル反射法地震探査などによって明らかにされており、白鳳丸KH-19-1次航海でも新たなデータが蓄積された。しかしながら、南極大陸棚は海氷や氷山が存在する海域でもあるため、詳細な海底地形と海底下地質構造の実態は未だ明らかではない。氷海域において海洋地質学探査と海底コアの採取や掘削を統合的に推進することによって、従来の研究では明らかとなっていない南極大陸と地球史との関連を解き明かすサイエンスを新たに展開することができると期待される。

キーワード：南極、南大洋、海氷、南極底層水、海底チャネル、反射法地震探査
Keywords: Antarctic, Southern Ocean, sea ice, Antarctic bottom water, submarine channel, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響
Impacts of the interaction between ice sheets and solid Earth on the prediction of sea-level change

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2]
*Jun'ichi Okuno[1,2], Yoshifumi Nogi[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Ice sheet, sea water, and terrestrial water storage act as surface mass loads on the solid Earth. Past and present variations of these loads make the solid Earth deform as the elastic and the viscous responses. These deformations have been clearly observed by geodetic, geomorphological and geological methods based on the field survey and the satellite measurement. To reconstruct the sea-level change associated with the surface mass changes and the solid Earth's response based on these observations, we need to apply the numerical modeling described by the Glacial Isostatic Adjustment (GIA) theory. GIA modeling results indicate that the predicted sea-level changes in any sites are spatially non-uniform because of the crustal deformation due to the GIA depending on the geometry of the surface mass loads, namely distribution of ice and water. Therefore, the precise evaluation of the GIA is vital to elucidate present and past sea-level changes. In this presentation, we show the crustal deformation derived from GIA due to present and past surface load changes and illustrate the importance of GIA component for precise projection of the sea-level change.

キーワード：両極氷床、氷河性地殻均衡、海水準変動
Keywords: polar ice sheets, Glacial Isostatic Adjustment, sea-level change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1]
*Yuji Kodama[1], Tetsuo Ohata[1]

1. 国立極地研究所
1. National Institute of Polar Research

Planning of post-ArCS is in progress. International collaboration is a “must” for Japanese Arctic (polar region) research, and it is important to be able to demonstrate Japan's strength internationally. There are several international science plan published recently and they could be a hint for one way to formulate the plan of Post ArCS. Japanese Arctic policies must be also referenced for the plan. Then, the international organization 's Science Plan on Arctic Research, Japanese Arctic Policy, Overseas Arctic Research Program are introduced.

キーワード：北極、北極研究プログラム、北極政策
Keywords: Srctic, Arctic Research Program, Arctic Policy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

海洋地球科学の研究を進める上で、観測と計算機シミュレーションは不可欠な両輪である。近年、観測の手段が多様化すると共に観測装置の性能が飛躍的に向上し、これまでにない分解能で多様な観測が可能となりつつある。このような観測やシミュレーションから生み出されるデータは質、量共に、桁違いの規模となりつつあるとともに、このような巨大な規模のデータ解析は、近年の飛躍的な計算機の能力向上により、我々の手に届くところに近づいている。一方で、高速で大規模な計算機を自らの研究に用いることが出来る研究者は限られているのが現状といえる。本セッションでは、近年の海洋地球科学研究において、質、量ともに劇的な変革を遂げた観測とシミュレーションの巨大データの状況を俯瞰し、それらの解析環境および計算機環境について専門的立場から状況を分析する。さらに、今後の新たな解析手法についても焦点を当て、今後の海洋地球インフォマティクス研究が進むべき方向性について観測科学と計算科学の双方の専門的立場からの見通しを共有することを目的とする。

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題
A bottleneck against industrial distribution of atmosphere-ocean product from the Earth Simulator

*角田 晋也[1]、西村 一[1]
*Shinya Kakuta[1], Hajime Nishimura[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

公的機関の研究開発活動がもたらす社会経済波及効果の拡大を目的として、民間との連携のもと、地球シミュレータ及びその成果を用いたビジネスを創出する事業戦略につき考察した。社会課題の解決には、成功事例の創出だけでなく、横展開と長期運用が必須である。公的資金の公募においても社会実装は公的資金のみでは賄えないので、民間企業による社会実装への見通しを求められる場面が増えている。他方、公的機関も研究成果がより一層の社会経済波及効果を及ぼすよう求められている。しかし、公的研究機関は人手不足のため、現在実施している国のプロジェクトに対応するのが精いっぱいである。

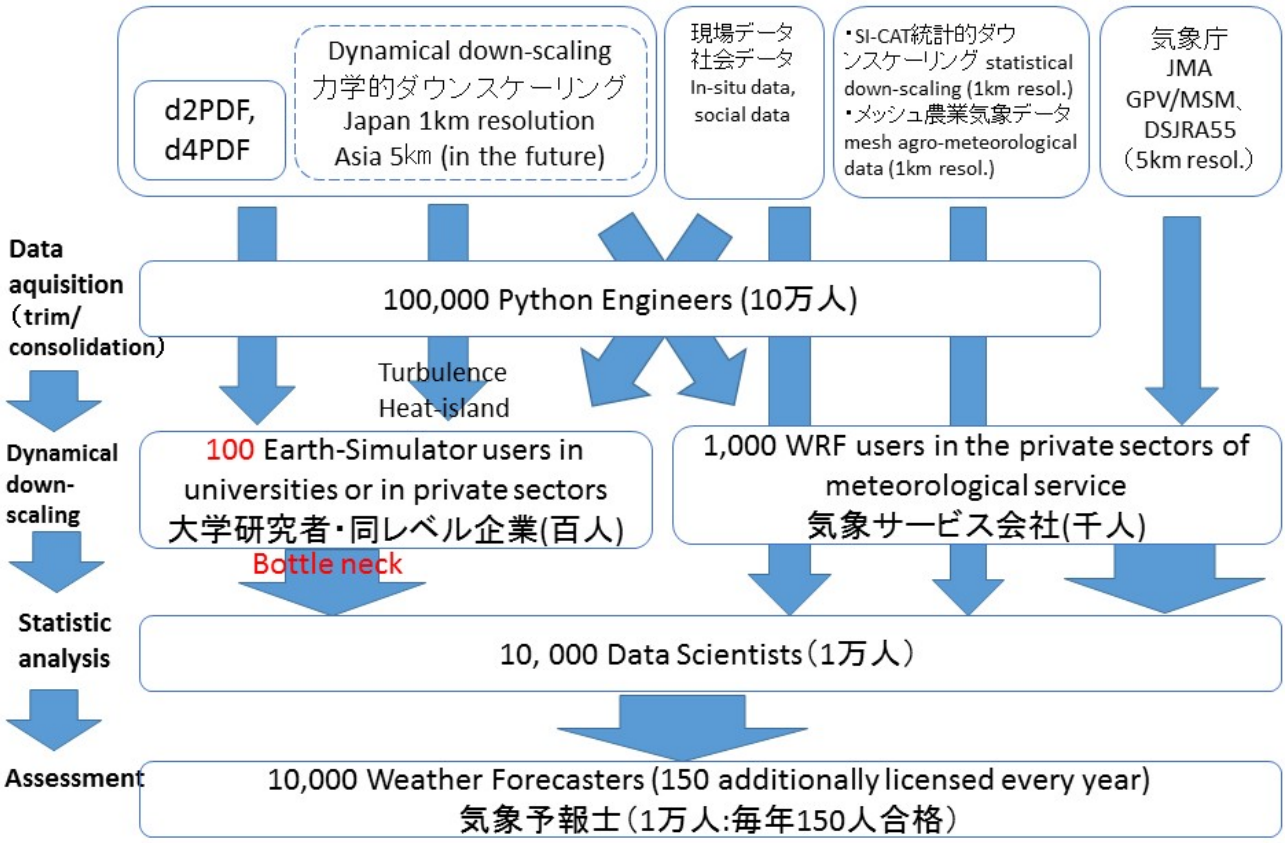
環境データ、特に超大容量の気象データを利用するための専門スキルを持つものが少ないことが社会実装の際の根本的なボトルネックとなっている。ここをスムーズにデータが流通するよう、大学研究者などの少数の人材に作業が集中的に依存しないように工程を分割し、分業し易くなるようプラットフォームを構築することを提案する。特に、力学的ダウンスケーリングの後の統計解析や影響評価の工程をデータサイエンティストや気象予報士に割り当てることができれば、いずれも日本に一万人程度存在するのでダウンスケーリングの工程よりは人材層が厚い。データサイエンティストのうちかなりの割合がpython等のスクリプトのスキルを持つと想定される。他方、気象予報士は毎年150名ほど合格している。その上で、多くの自治体が上述の超大容量データを利用したり、自治体が保有する現場データ等の小規模サーバを構築したり、現場データをGIS化したりする業務を自治体から民間企業にアウトソーシングする流れを作り出す必要がある。
長期的には人材育成が必要であるが、極端現象を取り扱わなければならない影響評価を行う企業向けには、各省庁の研究所、先進的な自治体研究所、または大学から毎年計十名ほどを雇用または共同研究により育成できる。

キーワード：産業流通、ボトルネック、大気海洋シミュレーション
Keywords: industrial distribution, bottleneck, atmosphere and ocean simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象プロダクトを社会データと相関解析するまでの工程

Process to correlation analyses between meteorological products & social data



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望
GANSEKI: Long-Term Strategy of JAMSTEC Deep Seafloor Rock Sample Curation

*富山 隆將[1]
*Takayuki Tomiyama[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海洋研究開発機構(JAMSTEC)では，2008年に施行された現行のJAMSTECデータポリシー[1]の下で取得されたデータやサンプルで，保管期間が10年を超えるものが現れ始めた．これは，JAMSTECの航海で取得されたデータ・サンプルに義務付けられた最低限の保管期間として定義された期間でもある．JAMSTECの岩石サンプルキュレーション体制は，その長期的な継続を考える上で，ひとつの節目を迎えている．

JAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，設立以来，変革を繰り返してきた．保管スペースについては，これまで1~2年おきに移動型倉庫の増設・更新を繰り返していたが，2019年，仮設とはいえ，ようやく屋内の固定倉庫への移動が叶った．しかし，永久保管先となるサンプル保管棟の建設についてはいまだ検討中の段階にとどまっており，数年以内にサンプルの減量などによるスペース確保の対策が避けられない状態である．データ管理においては，岩石サンプル専用のデータベース”GANSEKI”が数回の改修のち，その公開系が2017年にDARWINデータベース[2]に統合された．一方，管理系については，岩石・堆積物コア・生物サンプルのデータベース統合が進められている．岩石について公開可能なデータ種は多様化が進められ，化学分析データ，年代情報，薄片写真，表面拡大写真，文献情報などが掲載可能なほか，今後はさらに多くのデータ種が掲載可能になるものと思われる．

これまでのJAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，JAMSTEC独自のデータポリシー[1]の下で実施されて来た．しかし，JURCAOS-AORI-JAMSTEC共催の全国共同利用航海[3]の実施が始まる2019年度は，新たに併存するデータポリシーへの対応が迫られている．本発表では，JAMSTEC岩石サンプルキュレーションについて，これまでの軌跡と現状の課題を俯瞰しつつ，今後の展望について議論する．

参考： [1] 海洋研究開発機構 (2007),「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針」, https://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html. [2] 海洋研究開発機構,「JAMSTEC航海・潜航データ・サンプル探索システム(DARWIN)」, http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/j. [3] 東京大学大気海洋研究所,「共同利用」, http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/coop/.

キーワード：岩石サンプル、キュレーション、海洋地質、データベース
Keywords: rock sample, curation, marine geology, database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

Latest version of Windows10, which is Fall Creators Update, supports Windows Subsystem for Linux (WSL). This enables to use linux, such as Ubuntu, directly from Windows. Here we show examples of how we can use this system to run spectral-element method to calculate global seismic waveform on Windows PC and its performance of typical simulation. We use Ubuntu 18.04 available from Windows store and installed it on the latest version of Windows 10. Then we install gcc 5.4.0, gfortran 5.4.0, and OpenMPI 4.0.0 on Ubuntu. We also install SPECFEM3D_GLOBE 7.0.0 and configured under the above linux environment. We use Windows PC equipped with Core i7-3840QM CPU (2.8GHz) and 16GB memory. Since this CPU has four cores, we use one chunk simulation of SPECFEM3D_GLOBE and set the angular distance of the chunk to be 20 degree with NPROC=2. We set NEX=128, which enables to get synthetics with the accuracy of about 30 second and longer. Preliminary results of this simulation show that it takes about 4hours to compute 5 minutes synthetic seismograms over the chunk by using four cores of this CPU. We will show if this performance may be improved with further optimization of the compilation.

キーワード：スペクトル要素法、数値シミュレーション、理論地震波形計算
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, theoretical seismograms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

We have calculated broadband synthetic seismograms using the spectral-element method (Komatitsch et al., 2005) for realistic Earth model. Recent progress in supercomputers makes it possible to compute the synthetic seismograms with the accuracy of 1.2 second and longer (Tsuboi et al., 2016a) . Here we have used one chunk of spectral element method to compute synthetics with 1.5 second accuracy using the Earth Simulator. We calculate synthetics for Sep. 3, 2017 (MB(USGS) 6.3). The simulations are performed on 8,100 processors, which require 2,025 nodes of the Earth Simulator. We use one chunk with the angular distance 40 degrees to compute synthetic seismograms. On this number of nodes, a simulation of 5 minutes of wave propagation accurate at periods of 1.5 seconds and longer requires about 9 hours of CPU time (Tsuboi et al., 2016b) . We use CMT solution of Dreger (2017) as a source model for this event. This source model has 24% CLVD component, 34% double couple component and 42% isotropic component. The hypocenter depth of this solution is 1.4 km but we put the hypocenter at the surface for this computation. Comparisons of the synthetic waveforms with the observation at station MDJ(Mudanjiang) in China show that the arrival time of Pn and Pg waves matches well with the observation, which demonstrates that the crustal structure we have used for this computation models the actual structure well. The surface waves observed at this station are also modeled well in the synthetics, which shows that the CMT solution we have used for this computation correctly grasps the source characteristics of this event. However, the amplitudes of Pn and Pg waves in the synthetics are smaller than the observations, which indicates that the amplitude of short period components is not enough in this computation. The result also shows that crustal structure around source region should be improved to get better agreement between the synthetics and observation.

キーワード：スペクトル要素法、理論地震波形記録計算、爆発的震源
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, explosive source

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

海洋地球科学の研究を進める上で、観測と計算機シミュレーションは不可欠な両輪である。近年、観測の手段が多様化すると共に観測装置の性能が飛躍的に向上し、これまでにない分解能で多様な観測が可能となりつつある。このような観測やシミュレーションから生み出されるデータは質、量共に、桁違いの規模となりつつあるとともに、このような巨大な規模のデータ解析は、近年の飛躍的な計算機の能力向上により、我々の手に届くところに近づいている。一方で、高速で大規模な計算機を自らの研究に用いることが出来る研究者は限られているのが現状といえる。本セッションでは、近年の海洋地球科学研究において、質、量ともに劇的な変革を遂げた観測とシミュレーションの巨大データの状況を俯瞰し、それらの解析環境および計算機環境について専門的立場から状況を分析する。さらに、今後の新たな解析手法についても焦点を当て、今後の海洋地球インフォマティクス研究が進むべき方向性について観測科学と計算科学の双方の専門的立場からの見通しを共有することを目的とする。

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題
A bottleneck against industrial distribution of atmosphere-ocean product from the Earth Simulator

*角田 晋也[1]、西村 一[1]
*Shinya Kakuta[1], Hajime Nishimura[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

公的機関の研究開発活動がもたらす社会経済波及効果の拡大を目的として、民間との連携のもと、地球シミュレータ及びその成果を用いたビジネスを創出する事業戦略につき考察した。社会課題の解決には、成功事例の創出だけでなく、横展開と長期運用が必須である。公的資金の公募においても社会実装は公的資金のみでは賄えないので、民間企業による社会実装への見通しを求められる場面が増えている。他方、公的機関も研究成果がより一層の社会経済波及効果を及ぼすよう求められている。しかし、公的研究機関は人手不足のため、現在実施している国のプロジェクトに対応するのが精いっぱいである。

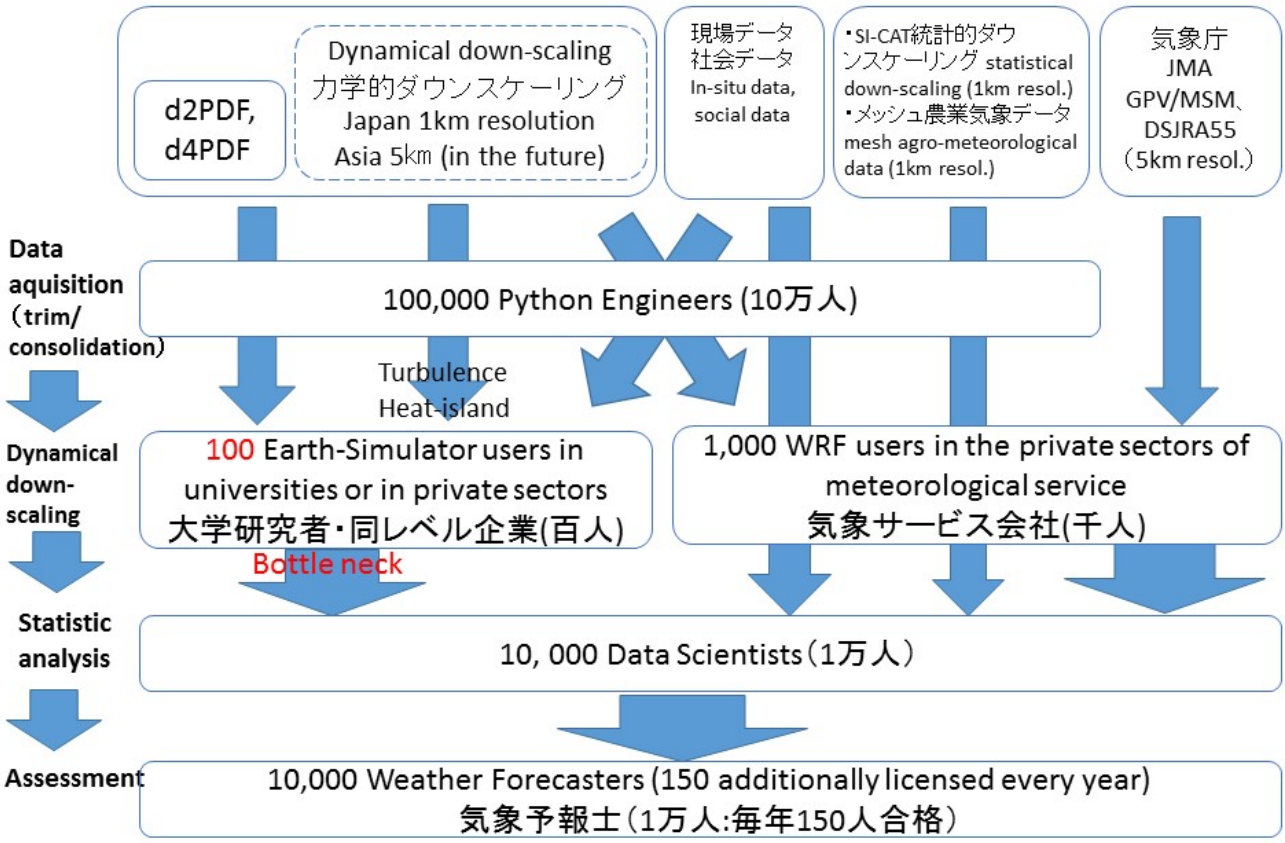
環境データ、特に超大容量の気象データを利用するための専門スキルを持つものが少ないことが社会実装の際の根本的なボトルネックとなっている。ここをスムーズにデータが流通するよう、大学研究者などの少数の人材に作業が集中的に依存しないように工程を分割し、分業し易くなるようプラットフォームを構築することを提案する。特に、力学的ダウンスケーリングの後の統計解析や影響評価の工程をデータサイエンティストや気象予報士に割り当てることができれば、いずれも日本に一万人程度存在するのでダウンスケーリングの工程よりは人材層が厚い。データサイエンティストのうちかなりの割合がpython等のスクリプトのスキルを持つと想定される。他方、気象予報士は毎年150名ほど合格している。その上で、多くの自治体が上述の超大容量データを利用したり、自治体が保有する現場データ等の小規模サーバを構築したり、現場データをGIS化したりする業務を自治体から民間企業にアウトソーシングする流れを作り出す必要がある。
長期的には人材育成が必要であるが、極端現象を取り扱わなければならない影響評価を行う企業向けには、各省庁の研究所、先進的な自治体研究所、または大学から毎年計十名ほどを雇用または共同研究により育成できる。

キーワード：産業流通、ボトルネック、大気海洋シミュレーション
Keywords: industrial distribution, bottleneck, atmosphere and ocean simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象プロダクトを社会データと相関解析するまでの工程

Process to correlation analyses between meteorological products & social data



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望
GANSEKI: Long-Term Strategy of JAMSTEC Deep Seafloor Rock Sample Curation

*富山 隆將[1]
*Takayuki Tomiyama[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海洋研究開発機構(JAMSTEC)では，2008年に施行された現行のJAMSTECデータポリシー[1]の下で取得されたデータやサンプルで，保管期間が10年を超えるものが現れ始めた．これは，JAMSTECの航海で取得されたデータ・サンプルに義務付けられた最低限の保管期間として定義された期間でもある．JAMSTECの岩石サンプルキュレーション体制は，その長期的な継続を考える上で，ひとつの節目を迎えている．

JAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，設立以来，変革を繰り返してきた．保管スペースについては，これまで1~2年おきに移動型倉庫の増設・更新を繰り返していたが，2019年，仮設とはいえ，ようやく屋内の固定倉庫への移動が叶った．しかし，永久保管先となるサンプル保管棟の建設についてはいまだ検討中の段階にとどまっており，数年以内にサンプルの減量などによるスペース確保の対策が避けられない状態である．データ管理においては，岩石サンプル専用のデータベース”GANSEKI”が数回の改修のち，その公開系が2017年にDARWINデータベース[2]に統合された．一方，管理系については，岩石・堆積物コア・生物サンプルのデータベース統合が進められている．岩石について公開可能なデータ種は多様化が進められ，化学分析データ，年代情報，薄片写真，表面拡大写真，文献情報などが掲載可能なほか，今後はさらに多くのデータ種が掲載可能になるものと思われる．

これまでのJAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，JAMSTEC独自のデータポリシー[1]の下で実施されて来た．しかし，JURCAOS-AORI-JAMSTEC共催の全国共同利用航海[3]の実施が始まる2019年度は，新たに併存するデータポリシーへの対応が迫られている．本発表では，JAMSTEC岩石サンプルキュレーションについて，これまでの軌跡と現状の課題を俯瞰しつつ，今後の展望について議論する．

参考： [1] 海洋研究開発機構 (2007),「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針」, https://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html. [2] 海洋研究開発機構,「JAMSTEC航海・潜航データ・サンプル探索システム(DARWIN)」, http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/j. [3] 東京大学大気海洋研究所,「共同利用」, http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/coop/.

キーワード：岩石サンプル、キュレーション、海洋地質、データベース
Keywords: rock sample, curation, marine geology, database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

Latest version of Windows10, which is Fall Creators Update, supports Windows Subsystem for Linux (WSL). This enables to use linux, such as Ubuntu, directly from Windows. Here we show examples of how we can use this system to run spectral-element method to calculate global seismic waveform on Windows PC and its performance of typical simulation. We use Ubuntu 18.04 available from Windows store and installed it on the latest version of Windows 10. Then we install gcc 5.4.0, gfortran 5.4.0, and OpenMPI 4.0.0 on Ubuntu. We also install SPECFEM3D_GLOBE 7.0.0 and configured under the above linux environment. We use Windows PC equipped with Core i7-3840QM CPU (2.8GHz) and 16GB memory. Since this CPU has four cores, we use one chunk simulation of SPECFEM3D_GLOBE and set the angular distance of the chunk to be 20 degree with NPROC=2. We set NEX=128, which enables to get synthetics with the accuracy of about 30 second and longer. Preliminary results of this simulation show that it takes about 4hours to compute 5 minutes synthetic seismograms over the chunk by using four cores of this CPU. We will show if this performance may be improved with further optimization of the compilation.

キーワード：スペクトル要素法、数値シミュレーション、理論地震波形計算
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, theoretical seismograms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

We have calculated broadband synthetic seismograms using the spectral-element method (Komatitsch et al., 2005) for realistic Earth model. Recent progress in supercomputers makes it possible to compute the synthetic seismograms with the accuracy of 1.2 second and longer (Tsuboi et al., 2016a) . Here we have used one chunk of spectral element method to compute synthetics with 1.5 second accuracy using the Earth Simulator. We calculate synthetics for Sep. 3, 2017 (MB(USGS) 6.3). The simulations are performed on 8,100 processors, which require 2,025 nodes of the Earth Simulator. We use one chunk with the angular distance 40 degrees to compute synthetic seismograms. On this number of nodes, a simulation of 5 minutes of wave propagation accurate at periods of 1.5 seconds and longer requires about 9 hours of CPU time (Tsuboi et al., 2016b) . We use CMT solution of Dreger (2017) as a source model for this event. This source model has 24% CLVD component, 34% double couple component and 42% isotropic component. The hypocenter depth of this solution is 1.4 km but we put the hypocenter at the surface for this computation. Comparisons of the synthetic waveforms with the observation at station MDJ(Mudanjiang) in China show that the arrival time of Pn and Pg waves matches well with the observation, which demonstrates that the crustal structure we have used for this computation models the actual structure well. The surface waves observed at this station are also modeled well in the synthetics, which shows that the CMT solution we have used for this computation correctly grasps the source characteristics of this event. However, the amplitudes of Pn and Pg waves in the synthetics are smaller than the observations, which indicates that the amplitude of short period components is not enough in this computation. The result also shows that crustal structure around source region should be improved to get better agreement between the synthetics and observation.

キーワード：スペクトル要素法、理論地震波形記録計算、爆発的震源
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, explosive source

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

インフラサウンドおよび音波、大気重力波等の関連波動は、大気中を長距離ならびに上下伝搬できる波として近年着目されている。これら大気波動は、大気‐地表面・海水面カップリング過程を経て、地殻・海洋における弾性波的波動と繋がる一方、超高層大気までの各圏を繋ぎ熱圏大気中での波動現象を励起する役割も果たしている。さらに地球全域では、極域、中緯度、赤道域等の違いや、雪氷域、砂漠域、熱帯雨林、山岳域、海洋域等の状況に応じ地球表層で励起される波動は、それぞれ異なる特徴を有すだけでなく、これら波動は、火山噴火、津波、雷活動等の大規模地球物理現象や、人工的な爆発等により、イベント的にも励起され、遠方まで伝搬されうる。本セッションでは、インフラサウンド及びその関連波動を鍵に、下層・中層大気、気象、火山・地震・津波、雪氷、超高層大気・電離圏まで、多くの圏に分かれ議論されてきた物理学を繋ぎ、多圏融合的な地球物理学として議論することで、多圏に分かれ詳細に研究されてきた惑星地球の描像に新たな視点を持ち込み、地球物理学の新展開を拓くきかけを作りたい。既存セッションに収まらなかった広範な分野からの投稿を期待したい。

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形
Infrasound signals in Cocos Islands (I06AU) associated with eruption or volcanic body collapse of the Anak Krakatau Volcano or tsunami

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3]
*Makiko Iwakuni[1], Nobuo Arai[2], Takayuki Otsu[1], Masashi Motohashi[1], Takanari Fujii[1], Mami Nogami[1], Takahiko Murayama[1], Takuma Oi[3]

1. 一般財団法人　日本気象協会、2. 名古屋大学減災連携研究センター、3. 東邦マーカンタイル株式会社
1. Japan Weather Association, 2. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 3. Toho Mercantile co., Ltd.

Severe tsunami occurred on December 22, 2018, and it was clarified by SAR analysis of GSI (Geospatial Information Authority of Japan) or visual observation by PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Indonesia) that southwest area of The Anak Krakatau collapsed. The infrasound array of the Cocos Islands (CTBTO IMS Infrasound Network: I06AU) locate about 1160 km southwest of The Anak Krakatau Volcano. Travel time of infrasound waves is estimated approximately 58 minutes. I06AU started to detect infrasound signals which came from the direction of The Anak Krakatau Volcano and recorded some remarkable infrasound wave-trains at 15:01:20-15:02:00UTC.

キーワード：微気圧振動波形、火山
Keywords: Infrasound, Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み
A try of origin identification estimated from 2 CTBTO stations detected infrasound signals excited by “The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake”

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1]
*Mami Nogami[1], Takayuki Otsu[1], Takahiko Murayama[1], Masashi Motohashi[1], Makiko Iwakuni[1]

1. 一般財団法人　日本気象協会
1. Japan Weather Association

2018年9月6日午前3時7分(日本時間)、震度7を記録する大地震が北海道胆振東部で発生した。北海道全土で大きな揺れを観測し、震源近傍では山岳地帯で大規模な土砂崩れが起こった。

この地震によって地震波の振幅が大きかった地域からインフラサウンドが発生し、CTBTOの観測点であるI45RUとI30JPにおいて紡錘形の波群が検知された。いずれも波群の継続時間は15分から20分間と長く、アレイ解析によって解析された到来方向は一定ではなかった。

I45RUとI30JPにおいて検知されたシグナルの到来方向は大局的には震源方向を指しているが、短い時間間隔での到来方向は一定ではなく、ばらつきが見られる。解析の誤差も考慮しつつ、このばらつきは、地震波が伝播していく中で、北海道の各地域を大きく揺さぶって励起したインフラサウンドそれぞれを示しているのではないかと思われる。よってこの2点による到来方向を使った交点探査法での音源特定を試みた。

キーワード：インフラサウンド、音源特定、地震
Keywords: Infrasound, Origin identification, Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測
Quantitative evaluation of blast pressure in the atmosphere and direct measurement of infrasonic/acoustic wave propagation characteristics

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1]
*Yusuke Yasukochi[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Hiroaki Saito[1]

1. 高知工科大学大学院
1. Kochi University of Technology

宇宙産業は各国の国家戦略として成長してきた。近年では、主に欧米の民間企業がロケット産業へ進出する際に国として支援することで宇宙産業は急速な成長を遂げている。
しかし、未だに地球近傍の宇宙空間の環境には謎が多く、例えば音波による振動が超高層大気を揺らし衛星運用などに影響を及ぼすことがある。このため、地球超高層大気の研究はますます重要になっている。本研究では音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。また、ロケットの安全対策は必須であり民間ロケットでも重要な課題である。ロケットの爆発は、発生元の装置だけでなく、破片の飛散と爆風による破壊により周辺に影響や被害を及ぼす。

地上に設置した音波センサーの値からは、爆発によるエネルギーを算出し、爆心からの距離に対する爆風の影響を評価できる。予定外のロケットの爆発により得られたデータを用いて爆風の音波伝搬路を検証し、数値解析を用いて爆風の減衰計算を行い、爆風伝搬を求めることを目的とする。

MOMO3ロケット実験が2019年に行われる予定であり、成功裏に行われれば花火打ち揚げやロケット打ち上げ時の可聴音およびインフラサウンドを音源とし、地上観測とロケット搭載機器による直接計測データとの比較から中層～超高層大気における音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。

北海道大樹町で行われたMOMO2ロケット実験のために複数のセンサーを地上多地点に設置した。地上観測に用いたセンサーはNano logger、SAYA製インフラサウンドセンサーおよびコンデンサマイク、ICレコーダ、カメラであり、射点を囲むように50 mから4 kmの範囲の計9地点に配置した。ロケット搭載用コンデンサマイクの同型品も600 m地点に設置した。図に各観測地点の位置関係を示す。

インタステラテクノロジズ(IST)2018年6月30日5時30分にMOMO2ロケットを打ち上げたがエンジントラブルにより推力を維持できず墜落し、打ち上げ実験は失敗した。ロケット側の理由により本来の目的は達成できなかったが、同時地上観測を行ったことでロケットの爆風圧を観測することに成功した。最も爆心に近く精度の高いセンサーによる計測結果を図2に示す。射点から50 m地点にて観測された爆風は正圧、負圧合わせて170 Pa(p-p)の圧力変化を記録した。また爆風圧はすべての観測地点で記録された。

爆風圧を観測した地点での圧力曲線を図3に示す。ロケット打ち上げ時の事例［1］に比べて音圧の減衰は比較的緩やかであり、低周波の特性が影響していることが分かる。

観測した爆風圧を単位面積当たりのエネルギーにして空間の全面積から今回の爆発のエネルギーを推定する。音の強さ$I_{(t)}$ [W/m^2] は単位時間に単位面積を通過するエネルギー量であり以下の式で表す。ここで$P_{(t)}$ は音圧、ρ は空気密度、c は音速を表す。また$P_{(t)}$=P$_0$sinωt と仮定し計算を行った。
$I_{(t)} = P^2_{(t)}/\rho c$ [W/m^2]
次に爆風観測地点と爆心距離から空間の表面積S [m^2] を求め1波長の時間t [s] と音の強さIt から音のエネル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ギーE [J] を以下の式で表す。

$E = 4\pi r^2 \int I_{(t)}\, dt$ [J]

上式から減衰の影響をあまり受けていない50 m地点でのエネルギーがTNT換算にして0.0084 kg程度と得られ、爆発の規模はビデオ映像からの想像に比べて小さかったことがわかる。

今後は貴重な爆風圧データを用いて数値解析を行うことでより定量的なデータを算出したい。また、2019年打ち上げ予定のMOMO3実験に向けて準備する。

参考文献

[1] 木原大城, S-310-41号ロケット搭載PDIの開発と中層・高層大気中における音波伝搬特性の直接計測, 平成25年度高知工科大学 卒業研究報告,2013.

キーワード：爆風圧、直接計測、インフラサウンド
Keywords: Blast pressure, Direct measurement, infrasonic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査
A case study on relationship with infrasonic wave and auroral activity in the polar region

*大畑 遥[1]、山本 真行[1]
*Ohata Haruka[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

南極の昭和基地とその周辺に設置されたインフラサウンドセンサならびに昭和基地に設置された全天カメラから得られたデータから，オーロラ活動とインフラサウンドの比較解析を行った．

超高層大気中でオーロラから音が発生した場合，様々な周波数領域の中で減衰しにくい超低周波音（インフラサウンド）が地上まで到達する可能性が高いと考えられる．よってオーロラ帯に位置している昭和基地（69°0' 22" S，39°35' 24" E）および周辺地域に設置してあるインフラサウンドセンサを用いることで，オーロラから発生するインフラサウンドを観測できる可能性がある．本研究では，オーロラから発生しているインフラサウンドの特定を目的に，昭和基地で観測されるインフラサウンドと上空のオーロラ活動との関係性について，事例調査を行った．

大規模なオーロラ活動が観測されかつ風速が5 m/s以下の条件を満たす計3例のデータを抽出し，そのうち周波数0.1 Hz以下が観測可能なインフラサウンドセンサのデータを使用した．結果として上記の条件を満たす，2016年6月10日～11日について昭和基地の可視光全天カメラデータとスカーレンのインフラサウンドセンサのデータの比較解析を行った．比較解析にあたり，全天カメラ画像については画像の変化率を導出するプログラムを作成・使用し，インフラサウンドデータは特定の周波数について検証を行うため，winデータをcsv形式に変換し，幾つかのバンドパスフィルタを適用した．

2016年6月10日～11日にかけてインフラサウンドセンサから得られたデータから，0:02付近に特徴的なインフラサウンドの波形を確認することが出来た．また，全天カメラでは6月10日23:50頃に静的なオーロラから動的なオーロラに変化している．オーロラが発生している高度100 kmから地上にインフラサウンドが到達するまではおよそ5分であり[1]，また文献によりオーロラから発生していると指摘されているインフラサウンドの波長は0.01～0.1Hzである[2]．観測データがある2016年6月10日に発生したオーロラ爆発（ブレイク・アップ）時に，インフラサウンドの大きな振幅変化が0.02 Hz付近で見られたことから，このインフラサウンドがオーロラから発生した可能性がある．本発表では，オーロラが静的な状態から動的な状態に変化したときに周波数0.01 Hz～0.03 Hzの帯域でオーロラからインフラサウンドが発生した可能性について議論を行う．

参考文献

[1] CHARLES R. WILSON，Auroral Infrasonic Waves，journal of geophysical research，space physics，74，pp. 1812-1836，1969.
[2] CHARLES R. WILSON，Infrasonic wave generation by aurora，Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics，37，pp. 973 –988，1975.

キーワード：オーロラ、インフラサウンド、極域
Keywords: aurora, Infrasonic wave, polar region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

Development of a data-handling platform for simultaneous observation using multiple-type infrasound sensors

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1]
*Yuichiro Inoue[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. Kochi University of Technology

周波数20 Hz以下の低周波域の微気圧波であるインフラサウンドは，空気中を伝搬する際の減衰を受けにくく長距離伝搬しやすい特性がある．高知工科大学宇宙地球探査システム研究室は企業との共同開発により低コストかつ高性能なインフラサウンドセンサの製品化に成功した．

センサ間の保存形式の違いを埋めるインフラサウンド専用の新データ形式の提案，既存のデータ形式から新データ形式への変換ソフトウェアの開発，2種類のインフラサウンドセンサの準リアルタイム同時グラフ描画を行うWebサイトの作成を目的とし，それぞれの開発を行った．

提案する形式名は「infs」とし，ヘッダブロックに解析には必要となる情報を256 byteで保存，以降の連続する21 byteのデータブロックに観測データを順次保存する．筆者らは既存のデータ形式であるWIN形式からinfs形式に変換するソフトウェアをGo言語で開発した．

作成したWebサイトは遠隔地2カ所に設置した2種類のインフラサウンドセンサから送信される観測データを研究室サーバに保存，保存したデータをWebブラウザで表示可能な出力形式に変換し，クライアントのWebブラウザでグラフ描画するものである．

提案する新データ形式については今後研究室内での利用が決まっている．また，プログラム情報交換用サイトGitHub上にinfsに関するリポジトリ作成を行い研究室外での利用も視野に入れている．Webサイトを作成するにあたり開発したサーバサイドプログラムではこれまで約14分毎に収集していた観測データを約13秒毎で収集管理を行うほか，収集した観測データから5段階の簡易アラートレベルを決定する機能を搭載した．

本研究ではインフラサウンドのための新データ形式の提案，WIN形式からの変換ソフトウェアの開発，ならびにインフラサウンドの準リアルタイムグラフ描画Webページの作成を行い，動作を確認した．

キーワード：インフラサウンド、データ運用
Keywords: Infrasound, Data handling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_46

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

インフラサウンドおよび音波、大気重力波等の関連波動は、大気中を長距離ならびに上下伝搬できる波として近年着目されている。これら大気波動は、大気‐地表面・海水面カップリング過程を経て、地殻・海洋における弾性波的波動と繋がる一方、超高層大気までの各圏を繋ぎ熱圏大気中での波動現象を励起する役割も果たしている。さらに地球全域では、極域、中緯度、赤道域等の違いや、雪氷域、砂漠域、熱帯雨林、山岳域、海洋域等の状況に応じ地球表層で励起される波動は、それぞれ異なる特徴を有すだけでなく、これら波動は、火山噴火、津波、雷活動等の大規模地球物理現象や、人工的な爆発等により、イベント的にも励起され、遠方まで伝搬されうる。本セッションでは、インフラサウンド及びその関連波動を鍵に、下層・中層大気、気象、火山・地震・津波、雪氷、超高層大気・電離圏まで、多くの圏に分かれ議論されてきた物理学を繋ぎ、多圏融合的な地球物理学として議論することで、多圏に分かれ詳細に研究されてきた惑星地球の描像に新たな視点を持ち込み、地球物理学の新展開を拓くきかけを作りたい。既存セッションに収まらなかった広範な分野からの投稿を期待したい。

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形
Infrasound signals in Cocos Islands (I06AU) associated with eruption or volcanic body collapse of the Anak Krakatau Volcano or tsunami

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3]
*Makiko Iwakuni[1], Nobuo Arai[2], Takayuki Otsu[1], Masashi Motohashi[1], Takanari Fujii[1], Mami Nogami[1], Takahiko Murayama[1], Takuma Oi[3]

1. 一般財団法人　日本気象協会、2. 名古屋大学減災連携研究センター、3. 東邦マーカンタイル株式会社
1. Japan Weather Association, 2. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 3. Toho Mercantile co., Ltd.

Severe tsunami occurred on December 22, 2018, and it was clarified by SAR analysis of GSI (Geospatial Information Authority of Japan) or visual observation by PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Indonesia) that southwest area of The Anak Krakatau collapsed. The infrasound array of the Cocos Islands (CTBTO IMS Infrasound Network: I06AU) locate about 1160 km southwest of The Anak Krakatau Volcano. Travel time of infrasound waves is estimated approximately 58 minutes. I06AU started to detect infrasound signals which came from the direction of The Anak Krakatau Volcano and recorded some remarkable infrasound wave-trains at 15:01:20-15:02:00UTC.

キーワード：微気圧振動波形、火山
Keywords: Infrasound, Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み
A try of origin identification estimated from 2 CTBTO stations detected infrasound signals excited by “The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake”

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1]
*Mami Nogami[1], Takayuki Otsu[1], Takahiko Murayama[1], Masashi Motohashi[1], Makiko Iwakuni[1]

1. 一般財団法人　日本気象協会
1. Japan Weather Association

2018年9月6日午前3時7分(日本時間)、震度7を記録する大地震が北海道胆振東部で発生した。北海道全土で大きな揺れを観測し、震源近傍では山岳地帯で大規模な土砂崩れが起こった。

この地震によって地震波の振幅が大きかった地域からインフラサウンドが発生し、CTBTOの観測点であるI45RUとI30JPにおいて紡錘形の波群が検知された。いずれも波群の継続時間は15分から20分間と長く、アレイ解析によって解析された到来方向は一定ではなかった。

I45RUとI30JPにおいて検知されたシグナルの到来方向は大局的には震源方向を指しているが、短い時間間隔での到来方向は一定ではなく、ばらつきが見られる。解析の誤差も考慮しつつ、このばらつきは、地震波が伝播していく中で、北海道の各地域を大きく揺さぶって励起したインフラサウンドそれぞれを示しているのではないかと思われる。よってこの2点による到来方向を使った交点探査法での音源特定を試みた。

キーワード：インフラサウンド、音源特定、地震
Keywords: Infrasound, Origin identification, Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測
Quantitative evaluation of blast pressure in the atmosphere and direct measurement of infrasonic/acoustic wave propagation characteristics

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1]
*Yusuke Yasukochi[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Hiroaki Saito[1]

1. 高知工科大学大学院
1. Kochi University of Technology

宇宙産業は各国の国家戦略として成長してきた。近年では、主に欧米の民間企業がロケット産業へ進出する際に国として支援することで宇宙産業は急速な成長を遂げている。
しかし、未だに地球近傍の宇宙空間の環境には謎が多く、例えば音波による振動が超高層大気を揺らし衛星運用などに影響を及ぼすことがある。このため、地球超高層大気の研究はますます重要になっている。本研究では音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。また、ロケットの安全対策は必須であり民間ロケットでも重要な課題である。ロケットの爆発は、発生元の装置だけでなく、破片の飛散と爆風による破壊により周辺に影響や被害を及ぼす。

地上に設置した音波センサーの値からは、爆発によるエネルギーを算出し、爆心からの距離に対する爆風の影響を評価できる。予定外のロケットの爆発により得られたデータを用いて爆風の音波伝搬路を検証し、数値解析を用いて爆風の減衰計算を行い、爆風伝搬を求めることを目的とする。

MOMO3ロケット実験が2019年に行われる予定であり、成功裏に行われれば花火打ち揚げやロケット打ち上げ時の可聴音およびインフラサウンドを音源とし、地上観測とロケット搭載機器による直接計測データとの比較から中層～超高層大気における音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。

北海道大樹町で行われたMOMO2ロケット実験のために複数のセンサーを地上多地点に設置した。地上観測に用いたセンサーはNano logger、SAYA製インフラサウンドセンサーおよびコンデンサマイク、ICレコーダ、カメラであり、射点を囲むように50 mから4 kmの範囲の計9地点に配置した。ロケット搭載用コンデンサマイクの同型品も600 m地点に設置した。図に各観測地点の位置関係を示す。

インタステラテクノロジズ(IST)2018年6月30日5時30分にMOMO2ロケットを打ち上げたがエンジントラブルにより推力を維持できず墜落し、打ち上げ実験は失敗した。ロケット側の理由により本来の目的は達成できなかったが、同時地上観測を行ったことでロケットの爆風圧を観測することに成功した。最も爆心に近く精度の高いセンサーによる計測結果を図2に示す。射点から50 m地点にて観測された爆風は正圧、負圧合わせて170 Pa(p-p)の圧力変化を記録した。また爆風圧はすべての観測地点で記録された。

爆風圧を観測した地点での圧力曲線を図3に示す。ロケット打ち上げ時の事例［1］に比べて音圧の減衰は比較的緩やかであり、低周波の特性が影響していることが分かる。

観測した爆風圧を単位面積当たりのエネルギーにして空間の全面積から今回の爆発のエネルギーを推定する。音の強さ$I_{(t)}$ [W/m^2] は単位時間に単位面積を通過するエネルギー量であり以下の式で表す。ここで$P_{(t)}$ は音圧、ρ は空気密度、c は音速を表す。また$P_{(t)}$=P$_0$sinωt と仮定し計算を行った。
$I_{(t)} = P^2_{(t)}/\rho c$ [W/m^2]
次に爆風観測地点と爆心距離から空間の表面積S [m^2] を求め1波長の時間t [s] と音の強さIt から音のエネル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ギーE [J] を以下の式で表す。

$E = 4\pi r^2 \int I_{(t)}\, dt$ [J]

上式から減衰の影響をあまり受けていない50 m地点でのエネルギーがTNT換算にして0.0084 kg程度と得られ、爆発の規模はビデオ映像からの想像に比べて小さかったことがわかる。

今後は貴重な爆風圧データを用いて数値解析を行うことでより定量的なデータを算出したい。また、2019年打ち上げ予定のMOMO3実験に向けて準備する。

参考文献

[1] 木原大城, S-310-41号ロケット搭載PDIの開発と中層・高層大気中における音波伝搬特性の直接計測, 平成25年度高知工科大学 卒業研究報告,2013.

キーワード：爆風圧、直接計測、インフラサウンド
Keywords: Blast pressure, Direct measurement, infrasonic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査
A case study on relationship with infrasonic wave and auroral activity in the polar region

*大畑 遥[1]、山本 真行[1]
*Ohata Haruka[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

南極の昭和基地とその周辺に設置されたインフラサウンドセンサならびに昭和基地に設置された全天カメラから得られたデータから，オーロラ活動とインフラサウンドの比較解析を行った．

超高層大気中でオーロラから音が発生した場合，様々な周波数領域の中で減衰しにくい超低周波音（インフラサウンド）が地上まで到達する可能性が高いと考えられる．よってオーロラ帯に位置している昭和基地（69°0' 22" S，39°35' 24" E）および周辺地域に設置してあるインフラサウンドセンサを用いることで，オーロラから発生するインフラサウンドを観測できる可能性がある．本研究では，オーロラから発生しているインフラサウンドの特定を目的に，昭和基地で観測されるインフラサウンドと上空のオーロラ活動との関係性について，事例調査を行った．

大規模なオーロラ活動が観測されかつ風速が5 m/s以下の条件を満たす計3例のデータを抽出し，そのうち周波数0.1 Hz以下が観測可能なインフラサウンドセンサのデータを使用した．結果として上記の条件を満たす，2016年6月10日～11日について昭和基地の可視光全天カメラデータとスカーレンのインフラサウンドセンサのデータの比較解析を行った．比較解析にあたり，全天カメラ画像については画像の変化率を導出するプログラムを作成・使用し，インフラサウンドデータは特定の周波数について検証を行うため，winデータをcsv形式に変換し，幾つかのバンドパスフィルタを適用した．

2016年6月10日～11日にかけてインフラサウンドセンサから得られたデータから，0:02付近に特徴的なインフラサウンドの波形を確認することが出来た．また，全天カメラでは6月10日23:50頃に静的なオーロラから動的なオーロラに変化している．オーロラが発生している高度100 kmから地上にインフラサウンドが到達するまではおよそ5分であり[1]，また文献によりオーロラから発生していると指摘されているインフラサウンドの波長は0.01～0.1Hzである[2]．観測データがある2016年6月10日に発生したオーロラ爆発（ブレイク・アップ）時に，インフラサウンドの大きな振幅変化が0.02 Hz付近で見られたことから，このインフラサウンドがオーロラから発生した可能性がある．本発表では，オーロラが静的な状態から動的な状態に変化したときに周波数0.01 Hz～0.03 Hzの帯域でオーロラからインフラサウンドが発生した可能性について議論を行う．

参考文献

[1] CHARLES R. WILSON，Auroral Infrasonic Waves，journal of geophysical research，space physics，74，pp. 1812-1836，1969.
[2] CHARLES R. WILSON，Infrasonic wave generation by aurora，Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics，37，pp. 973 –988，1975.

キーワード：オーロラ、インフラサウンド、極域
Keywords: aurora, Infrasonic wave, polar region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

Development of a data-handling platform for simultaneous observation using multiple-type infrasound sensors

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1]
*Yuichiro Inoue[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. Kochi University of Technology

周波数20 Hz以下の低周波域の微気圧波であるインフラサウンドは，空気中を伝搬する際の減衰を受けにくく長距離伝搬しやすい特性がある．高知工科大学宇宙地球探査システム研究室は企業との共同開発により低コストかつ高性能なインフラサウンドセンサの製品化に成功した．

センサ間の保存形式の違いを埋めるインフラサウンド専用の新データ形式の提案，既存のデータ形式から新データ形式への変換ソフトウェアの開発，2種類のインフラサウンドセンサの準リアルタイム同時グラフ描画を行うWebサイトの作成を目的とし，それぞれの開発を行った．

提案する形式名は「infs」とし，ヘッダブロックに解析には必要となる情報を256 byteで保存，以降の連続する21 byteのデータブロックに観測データを順次保存する．筆者らは既存のデータ形式であるWIN形式からinfs形式に変換するソフトウェアをGo言語で開発した．

作成したWebサイトは遠隔地2カ所に設置した2種類のインフラサウンドセンサから送信される観測データを研究室サーバに保存，保存したデータをWebブラウザで表示可能な出力形式に変換し，クライアントのWebブラウザでグラフ描画するものである．

提案する新データ形式については今後研究室内での利用が決まっている．また，プログラム情報交換用サイトGitHub上にinfsに関するリポジトリ作成を行い研究室外での利用も視野に入れている．Webサイトを作成するにあたり開発したサーバサイドプログラムではこれまで約14分毎に収集していた観測データを約13秒毎で収集管理を行うほか，収集した観測データから5段階の簡易アラートレベルを決定する機能を搭載した．

本研究ではインフラサウンドのための新データ形式の提案，WIN形式からの変換ソフトウェアの開発，ならびにインフラサウンドの準リアルタイムグラフ描画Webページの作成を行い，動作を確認した．

キーワード：インフラサウンド、データ運用
Keywords: Infrasound, Data handling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.